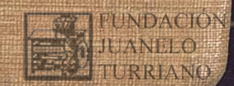


Camilo Flammarion

INICIACIÓN ASTRONÓMICA



Vda de Ch. Bouret
Paris-México




FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO


FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

1575-11. — Paris. Imprenta de la V^{da} de C. Bouret. — 1-12.

COLECCIÓN DE INICIACIONES CIENTÍFICAS

Fundada por C.-A. LAISANT, sinodal de admisión en la Escuela Politécnica.

CAMILO FLAMMARION

Iniciación Astronómica

OBRA TRADUCIDA DEL FRANCÉS POR EL PROFESOR

LUIS G. LEÓN

Catedrático de Física, por oposición, en la Escuela Nacional Preparatoria

CON UN CATÁLOGO DE LOS COMETAS DESCUBIERTOS EN EL PRESENTE SIGLO, Y ARREGLADO POR EL TRADUCTOR

Este libro va ilustrado con 89 grabados.

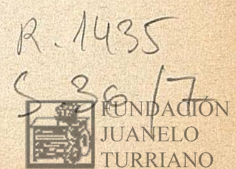


LIBRERÍA DE LA V^DA DE C. BOURET

PARÍS — 23, RUE VISCONTI, 23

MÉXICO — 45, AVENIDA CINCO DE MAYO, 45

1912




FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

ADVERTENCIA

En la Introducción de la *Iniciación Matemática* escribí lo siguiente : « Yo confío en que semejantes tentativas se puedan hacer para las ciencias físicas y para las ciencias naturales ».

Este deseo recibe confirmación con la publicación de las Iniciaciones, de que forma parte el presente volumen. Está destinado en la mano del educador á servir de guía para la formación del espíritu de los niños — de cuatro á doce años — á fin de cultivar su inteligencia con nociones sanas y precisas y prepararlos de este modo á estudios que vendrán más tarde.

Este objeto puede y debe ser alcanzado interesando y divirtiendo al niño, *sin recurrir jamás á la memoria*, incitando y excitando sin cesar su curiosidad, conduciéndolo por sí mismo á la verdad; considerar este manual como libro de aprendizaje sería un error capital; hay que inspirarse en él, pero no seguirlo servilmente.

Se debe también observar sin descanso, con una atención afectuosa y escrupulosa, el pequeño cerebro cuyo desarrollo tenemos por misión; hay que saber sacar partido de sus maravillosas cualidades sin exigir de él lo que no puede dar, manejándolo con un



cuidado extremado, evitando la fatiga y el fastidio, que son venenos de la enseñanza.

Mis colaboradores y yo podemos aun repetir : « Convidamos á los padres de familia — sobre todo á las madres — y á los educadores, á salvar á los niños. »

Este llamamiento lo hacemos con confianza. Á millares abundan las pruebas de que existen grandes faltas é imperfecciones en la enseñanza elemental y hay que comprender la necesidad de una transformación profunda.

Y ninguna labor es más transcendental ; porque la infancia de hoy será la humanidad de mañana.

C.-A. L.



PREFACIO DEL AUTOR

Con el mayor placer recibí de mi sabio amigo el Sr. Laisant la amable invitación de escribir el segundo volumen de la útil colección que acaba de fundar y de la que ha escrito el primer volumen dedicado á la *Iniciación Matemática*. Al exponerme el plan de este sistema de educación predicaba á un convertido. Todas mis obras, en efecto, han sido concebidas con este mismo espíritu. Yo siempre he pensado que no es necesario fastidiar al lector para instruirlo y que si durante tantos siglos la Astronomía, la más hermosa de las ciencias, aquella que nos enseña dónde estamos y que nos descubre los esplendores del Universo ha permanecido casi ignorada de la inmensa mayoría de los habitantes de nuestro planeta, es porque siempre ha sido mal enseñada en nuestras escuelas. Ahora, por fin, se comienza á encontrar que es un estudio interesante, se empieza á leer el gran libro de la Naturaleza, se vive un poco más intelectualmente. Este es un progreso. No se podría decir otro tanto de todas las transformaciones sociales de la actualidad, un poco incoherentes.

Esperamos que este pequeño libro contribuirá al mismo progreso. Está modestamente destinado á los educadores de la infancia, á los padres, á la joven



madre de familia, al sacerdote, á la institutriz, á aquellos que tienen entre sus manos esas infantiles cabezas llenas de curiosidad, á esas almas sin experiencia que hay que guiar, á esos preguntones incesantes que hay que satisfacer. El niño manifiesta constantemente el deseo de saber. Puede aprender, y muy pronto, si se hacen nacer inteligentemente las preguntas y las respuestas. Si se quiere uno tomar el trabajo — ó el placer — de dirigir esta primera educación no volveremos á encontrar á nuestro derredor, en el porvenir, personas distinguidas que no sepan ni el mundo en que habitan, que viven como crustáceos en el fondo del agua, ignorando las leyes que rigen el Universo, mirando el cielo sin verlo, confundiendo el Sur con el Norte, imaginándose que los cometas tienen influencia en los viñedos, admitiendo que los planetas pueden cambiar su curso, creyendo que un globo puede llegar hásta la Luna, ó suplicando al Director de un Observatorio que vuelva á comenzar un eclipse, pues las honorables personas que lo acompañaban habían llegado tarde para observarlo.

La Astronomía nos enseña dónde estamos en medio de la inmensidad del Universo. Es la primera noción que todos deben adquirir, la base de toda instrucción y de todo razonamiento, sin el cual se ven todas las cosas bajo una perspectiva falsa.

Esperamos que el nuevo esfuerzo hecho aquí en favor de la instrucción general tendrá sus frutos y lo presentamos con confianza á todos los educadores de la juventud. C. F.



INICIACIÓN ASTRONÓMICA

---

§ 1

Primeras aspiraciones astronómicas.

El conocimiento de las maravillas del Universo forma una ciencia muy vasta, sin duda bastante ardua para aquel que quiera consagrarse á ese estudio de una manera completa; pero sus nociones elementales pueden adquirirse sin trabajo y aun con gran placer; es una verdadera distracción. Esto se halla comprobado con el origen de los estudios celestes, que se remontan á la más alta antigüedad. Los primeros observadores del cielo, los fundadores de la Astronomía no pretendían ser « sabios », y no consideraban como un « estudio » la contemplación de los cielos, ni como una « ciencia » el resultado de sus meditaciones.

Estos astrónomos primitivos eran humildes labradores y pastores de la Caldea. En las largas y hermosas noches del Oriente, cuando estaban acostados cerca de sus cosechas, notaban la forma invariable de las constelaciones; veían á las estrellas volver noche á noche por encima de sus campos anunciando las estaciones; admiraban el movimiento silencioso y preciso que arrastraba en un mismo ritmo á las innumerables luces del cielo, como si el vasto azul fuera una cúpula sembrada con clavos de oro y que girara arriba de nuestras cabezas. Esta multitud de estrellas se encendían en el cielo de la tarde, apareciendo primero

el fulgor espléndido de las más brillantes, tales como Sirio, Vega, Arturo, la Cabra; parecía una excepción á la armonía general la marcha caprichosa y enigmática de Venus, de Júpiter, de Marte, de Saturno, de Mercurio, que andadan errantes entre las constelaciones. La efímera huella de la estrella errante que parecía desprenderse de los cielos y resbalar como una flecha de fuego en la noche sombría; las tintas pálidas y suaves de la aurora iluminando el horizonte; la maravillosa sinfonía de la Naturaleza acompañando á los primeros rayos del Astro del día; los raudales de luz que él derrama sobre el mundo cuando está sobre nuestras cabezas; después el Sol descendía hacia el occidente y lanzaba sus últimos haces luminosos sobre el moribundo día; por fin las tinieblas nocturnas caían sobre la lánguida naturaleza; he aquí lo que la humanidad ignorante contemplaba en su infancia como una serie de cuadros muy dignos de cautivar la atención de los hombres, desde el origen de los tiempos prehistóricos.

Primitivamente se contempló el cielo vagamente y sin objeto, como los diversos cuadros de la Naturaleza. Después se asoció el cielo á la marcha de las estaciones, y se aplicó la marcha de la Luna y del Sol á la medida del tiempo.

Durante largos siglos la ilusión producida por las apariencias equivocó á los observadores acerca de la realidad de los movimientos celestes, acerca de la naturaleza y sobre todo acerca de la posición y de las condiciones de estabilidad de nuestro planeta. Se creía que la Tierra estaba inmóvil en el centro del mundo y que era la base y el objeto de toda la creación; se creía que el Cielo y la Tierra eran dos dominios absolutamente extraños uno á la otra, el primero arriba y la segunda abajo; que las estrellas se encendían complacientemente en el cielo de la tarde para iluminar nuestras noches y la Astronomía era considerada como una ciencia que no se ocupaba más que de las cosas de arriba, y que era casi inútil para aquellos que querían limitarse á lo tangible y á lo positivo, á pesar de los servicios que se le pidieron desde su origen para arreglar el calendario y para servir de guía á la navegación.

Fig. 1. — La noche estrellada.

Pero ahora que está demostrado que la Tierra no está fija en el centro y que no es sino uno de los innumerables astros que pueblan la inmensidad, la Astronomía ha llegado á ser también la ciencia de la Tierra y la base de todas las ciencias y de la humanidad.

En efecto, sólo ella puede indicarnos dónde estamos, sobre qué vivimos, cómo puede esta esfera giratoria sostenerse en el espacio, y nos da á conocer el lugar verdadero que ocupamos en la Naturaleza. Es la Astronomía la que nos ha revelado la verdadera forma del globo; gracias á ella ha sido posible emprender largos viajes y en virtud de ella todos los pueblos de la Tierra están ahora en comunicación unos con otros, cambiando sus productos y sus ideas y marchan juntos hacia la conquista del progreso. La Astronomía nos instruye en las cosas de la Tierra y del Cielo; en lo pasado porque ciertas fechas de la Historia antigua cuya exactitud era discutida han podido ser rectificadas por el conocimiento muy exacto de los eclipses que han coincidido con acontecimientos terrestres; en lo porvenir porque la Astronomía es un profeta que puede anunciarnos los fenómenos celestes que se verificarán dentro de 50 años, dentro de 100 años y aun más. Sin la Astronomía viviríamos como ciegos, como animales, como plantas, sin darnos cuenta de nuestra situación y sin saber exactamente lo que somos.

¿Se concibe que una noción positiva, que debería ser la base fundamental de toda instrucción seria, esté todavía ahora absolutamente despreciada por los hombres que se llaman los educadores de la juventud y que en lugar de los elementos de la ciencia del Universo, que podrian ser enseñados á los niños desde la edad más tierna para dirigir inmediatamente sus pequeñas inteligencias hacia la rectitud y hacia la realidad, se replete su imaginación y se atolondre su cabeza con historias inútiles y errores funestos, de los que tendrán el trabajo de desembarazarse cuando lleguen á la edad de la razón? Sería seguramente difícil si no explicar, cuando menos justificar semejante estado de cosas.



Sin embargo no será una labor muy pesada para el joven padre de familia, para la joven madre ó para la institutriz, sino que sería por el contrario una obra agradable y útil, dar al niño, desde el principio de su educación, estas nociones tan importantes. Pero se necesita antes que todo que aquellas personas, á quienes se confía la educación de la juventud, estén convencidas del interés que tienen los conocimientos astronómicos aun elementales, y de su utilidad para el conjunto de razonamientos que deben dirigirnos en la vida; porque es por el interés y el encanto de su enseñanza, por lo que podrán transmitir sus convicciones al alma de los niños, y divirtiéndolos será como mejor se los podrá instruir.

Que nuestros pequeñuelos se acostumbren desde su tierna edad á hojear en el gran libro de la Naturaleza. Será para ellos un placer muy agradable y no menos instructivo. Ellos tomarán cariño por la sublime ciencia del cielo como lo hizo la humanidad en su infancia, admirando las maravillas del Universo en la armonía de los espectáculos celestes. Pero entonces es cuando se necesita una intervención inteligente para borrar la equívoca impresión de las apariencias y sustituirlas por las verdades adquiridas por la labor de numerosas generaciones de astrónomos.

§ 2.

El día.

Pregúntese á un niñito qué prefiere : ¿el día ó la noche? Con seguridad que responderá que le gusta más el día, pues la noche le causa miedo. Si se insiste en conocer la causa de sus temores, contestará que no le gusta la obscuridad y que dormiría mal si no se atenuara la opacidad de las tinieblas por la débil y vacilante luz de una veladora. ¡Los niños aman tanto la claridad! El día es la radiante luz hacia la cual se dirigen instintivamente todas las miradas; y sobre todo las de los niños que aman



tanto la luz. El día, palabra mágica que evoca en su alma infantil todos los pequeños incidentes de su vida nueva; es el brillante rayo que se filtra, por la mañana, á través de las persianas y que ilumina su recamarita; es el amigo de los juegos, el protector de los alegres paseos, y si las alternativas del día y de la nocbe no pueden dejar de impresionar su cerebro todavía demasiado tierno para



Fig. 2. — El niño dirige sus miradas hacia la luz.

quedar indeferente á los hechos más sencillos cuya reproducción regular despertará más tarde su curiosidad, cierto es que las horas de Sol serán aquellas que le interesarán de una manera más viva. Así pues el día parece un asunto indicado, un pretexto para abordar nuestro primer estudio astronómico. Desde luego, no es raro que el niño interrogue á su padre ó á su madre acerca de este asunto. Si no lo hace espontáneamente, hay que insinuarle el asunto á fin de darle no una lección (palabra que no usaremos en nuestro sistema de enseñanza) sino una explicación satisfactoria para su curiosidad estimulada. Además, se



encontrarán mil ocasiones de incitarlo á decir : ¿Por qué es de día? ¿Qué cosa es la luz? ¿De dónde viene? Si se le responde sencillamente que esta radiante claridad nos viene del Sol, no habrá aprendido más de lo que ya sabía, porque hasta entonces él no ha pensado en el astro Sol y por ejemplo si escogemos una tarde sombría, triste, con el cielo cubierto de nubes grises, uno de esos días de invierno que no parecen sino un prolongado crepúsculo, para explicar al niño que « el Sol ilumina la Tierra » no quedará convencido. En su joven espíritu la palabra « Sol » es sinónimo de cielo puro, de rayos brillantes espléndidos, comunicando al mundo la alegría y el placer. En cuanto á la luz del día le parece al niño que forma parte integrante de la Tierra como el aire en el cual palpita. Por esta razón la obscurirad de las noches lo asusta tanto, él no puede concebir porqué el día no es permanente. Si siempre se está respirando, ¿por qué los ojos no están siempre en presencia de la luz?

El niño piensa como la humanidad primitiva. En la Cosmogonía de los Hindus, en la de los Egipcios, en la de los Hebreos, el día es independiente del Sol, el cual, según ellos, fué creado más tarde.

He aquí un punto capital : se trata de hacer comprender al niño que la luz no es inherente á la Tierra, como la atmósfera, sino que su causa es exterior. La luz nos llega de un astro, es decir de un cuerpo celeste llamado Sol, y este astro es como una inmensa lámpara encendida en los cielos y que ilumina á la Tierra.

§ 3.

No se puede mirar el Sol.

Si el astro Sol no recibe de todos los seres que viven de su luz divina el tributo de admiración que deben inspirar su esplendor y su inmenso papel de organizador y de protector de la vida terrestre, si esta admiración se desvía



del papel principal para dirigirse más bien á los efectos que á la causa, no se debe únicamente á la ignorancia y á la ingratitud humanas ni á las nubes que á menudo nos ocultan el astro del día. La falta se debe al mismo Sol cuyo brillo ardiente impide que las miradas se dirijan á él.

El Sol es deslumbrador, no se le puede mirar, porque su vivísima luz hace daño á los ojos. He aquí lo que nuestro joven discípulo no dejaría de decir si le designamos aquella región del cielo donde reina el Sol en el purísimo azul. Pero digamos á nuestro discípulo que de nosotros depende que pueda ver el Sol con menos trabajo que la luz de una vela.



Fig. 3. — Niño mirando el Sol á través de un vidrio ahumado.

Al pronto no creerá lo que se le dice y suplicará que se le explique cómo se puede hacer eso. Se toma un vidrio de reloj (sus bordes redondeados y regularmente tallados presentarán menos peligro que una placa de ángulos agudos para los deditos poco experimentados que lo manejarán), se ennegrece con la flama de una bujía y cuando quede cubierto con una capa uniforme de negro de humo, se le coloca delante del ojo del niño en la dirección del Sol. Le explicaremos entonces que el disco rojo que puede mirar fijamente á través del vidrio negro es el Sol, cuerpo que nos envía sus rayos magníficos, tan brillantes que nos deslumbran y nos impiden observarlo á la simple vista. Esto les parecerá increible y sin duda harán varias preguntas relativas al mismo asunto.



¿Cómo ese círculo rojo que no parece más grande que un plato y que queda oculto cuando se extiende la mano en esa dirección, es capaz de iluminar nuestro mundo? ¡El Sol parece tan pequeño y la Tierra tan grande!

No podemos desde ahora entrar en explicaciones de medidas de volúmenes y de distancias. El niño de 5 á 6 años que comienza apenas su iniciación matemática no está todavía familiarizado con los grandes números, con las largas series de cifras, y sabemos que las medidas celestes son difíciles de concebir, aun para un adulto. Hablarles de millones de kilómetros y hablarles en chino sería la misma cosa. Por el momento es mejor dejar las cifras á un lado, y terminar con esto la dificultad. Por ejemplo se le hará observar que un objeto lejano, que se sabe es más grande que otro que está cerca y al alcance de nuestra mano, parece más pequeño porque está á gran distancia. Así, el globo que se cierne muy alto en el espacio parece más pequeño que la pelota que está muy cerca en la canasta de los juguetes; el buque en el horizonte de la mar se ve más pequeño que el barco de papel que flota en el charco de agua; el tren que arrastra centenares de viajeros y corre á gran velocidad, allá á lo lejos en el fondo del Valle, parece un juguete de menor importancia que el camino de fierro liliputiense que colocamos sobre la mesa con la estación, el túnel y todo el material. Un bosque muy lejano parece un montón de hierba, etc. Como estos ejemplos pueden ser fácilmente comprobados por el niño, no habrá ninguna dificultad en creer que un objeto de grandes dimensiones pueda parecer, visto de lejos, mucho más pequeño que otro infinitamente menos voluminoso, pero muy cercano, y que el Sol es en realidad un enorme objeto reducido para nosotros al aspecto de un simple disco á causa de su inmenso alejamiento.

Para convencer todavía más al niño se buscarán nuevos ejemplos escogiendo hasta donde sea posible los objetos que parezcan nás grandes á sus ojos; se les hará notar que un campanario, una torre, á una cierta distancia, parecen



simples agujas; las montañas vistas en el horizonte no se ven más grandes que las colinas hechas con la arena del jardín; sin embargo si un día se hace una excursión hasta allá se insistirá sobre la longitud del camino, sobre el tiempo indispensable para llegar hasta el fin, y después de haber comprobado que esta montaña que vista de lejos no parecía ni muy alta ni muy grande es en realidad colosal;

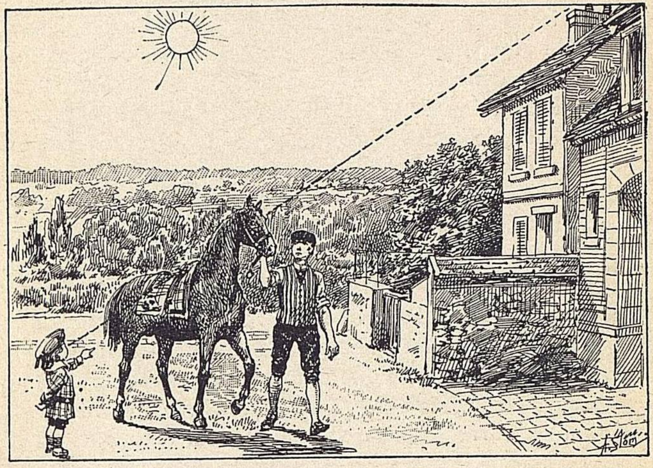


Fig. 4. — Los objetos parecen tanto más grandes cuanto más cerca están.

se añadirá que el Sol es mucho más voluminoso y está todavía más lejos; que si existiera un camino carretero ó una vía férrea hasta el Sol y si se saliera de la casa una mañana en carruaje, en automóvil ó en tren de ferrocarril no se llegaría al Sol en la tarde, ni al día siguiente, ni al año siguiente, ni aun diez años después, aun cuando se viajara sin descanso; el tiempo necesario para llegar al Sol sería tan largo que ocupándose solamente de esto durante toda la vida, el niño se convertiría en un anciano antes de haber llegado á la mitad del camino.

Esto prueba, pues, que el Sol está muy lejos de nosotros y que es en realidad muy grande para ofrecernos un disco



sensible á semejante distancia, puesto que una montaña accesible, á las cuantas horas de camino, parece insignificante vista á una distancia algo grande.

§ 4.

Manantial de luz.

No nos parece enorme este disco luminoso llamado Sol; no ocupa más que un pequeño lugar en el cielo; pero sabemos que esto no es sino una ilusión y que en realidad es muy grande, muy poderoso y que no podríamos vivir sin él.

¿Qué sería de nosotros sin el Sol?

Es lo que vamos á ver.

Suprimámoslo por un instante; establezcamos una noche artificial en la pieza en que nos encontramos, cerrando las persianas y corriendo las cortinas á fin de producir una obscuridad tan completa como sea posible; como si estuviéramos en una cueva.

¿Qué podremos hacer ahora? Nada.

Si queremos andar, chocamos contra las paredes, contra las sillas, contra las mesas como si fuéramos ciegos. ¿Queremos tomar un objeto? Tanteamos y no lo podemos asir. ¿Queremos comer? Imposible encontrar la cuchara ó el tenedor, y menos el contenido del plato. Los juegos serían imposibles. ¿Cómo podríamos ver las canicas, los palos de bolos, las muñecas del juego de la matanza? En la obscuridad queda uno sin movimiento.

Encendamos una lámpara, una pálida claridad se extiende á nuestro derredor y ya podemos tener acción. Reunamos todas las lámparas de la casa y encendámoslas en la sala donde estamos para que la luz sea muy intensa. Atraigamos la atención del niño hacia esta hermosa claridad artificial que producimos en ausencia del Sol, á fin de que, llegada la hora, la luz solar la alumbre más vivamente todavía. El niño cree entonces que se puede

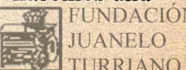


divertir como en pleno día, mirar sus estampas, tomar sus juguetes, etc. Ahora corramos los cortinajes y abramos las persianas.

Entonces notamos que ya no se aprecia la luz de las lámparas encendidas; su luz queda absolutamente perdida entre la del Sol que invade toda la pieza. Se ven las flamas amarillas en el extremo de las mechas que continúan ardiendo, pero no se aprecia su efecto. Para que se dé bien cuenta se le dice al niño que vuelva la espalda hacia la chimenea donde están las lámparas encendidas. Apáguense las velas y pregúntese al niño si todavía están encendidas; no sabrá qué contestar. Si responde afirmativamente hágasele ver su error y que se convenza de que sólo la luz solar es la que brilla ahora. Enciéndanse dos ó tres lámparas y hágase que el niño adivine el número de ellas; él responderá á la buena de Dios, pues no notará diferencia en la intensidad de la luz que lo rodea, y se equivocará si se repite varias veces el experimento, y no tendrá dificultad en reconocer que no solamente todas las lámparas encendidas en la habitación dan menos luz que el Sol, sino que delante de este astro todas las otras luces y *nada es la misma cosa.*

Como el Sol está muy alejado de la Tierra, más todavía que las montañas que están en el horizonte, más que el lejano borde del mar donde se pasa el estío; y que á pesar de la rapidez del tren se tarda uno varias horas para llegar á la orilla del mar; más lejos que todas las cosas más lejanas que al niño se le ocurran como ejemplos de grandes distancias, se tiene que admitir que el Sol es ciertamente una lámpara colosal. Es realmente difícil imaginar cuál debe ser la potencia de esta espléndida antorcha celeste para iluminar desde tan lejos á la Tierra con tanto esplendor. Y nosotros podemos decir al niño que el Sol desvanece no solamente la claridad producida por los manantiales luminosos terrestres sino que su luz deslumbradora nos impide ver las estrellas que, sin embargo, tachonan el cielo tanto de día como de noche.

Volvamos á referirnos al primer ejemplo, y haremos una



segunda comparación más notable todavía; encendamos varias lámparas en una pieza con cortinajes y persianas muy bien cerradas y que comunique por una puerta con una pieza cercana, en la cual la luz solar pueda penetrar libremente. Si abrimos la puerta de comunicación el contraste será marcado por la diferencia de claridad en las dos habitaciones; aquella en que todas las lámparas están encendidas y en que 20 pueden brillar á la vez, parece obscura, casi negra, mientras que la otra resplandece de luz solar, blanca, pura, limpia y alegre. Todas estas flamas de petróleo, de aceite ó de una vela, esparcen una luz lúgubre en la primera pieza, mientras que el Sol ilumina la otra con una alegre claridad. He aquí lo que el discípulo comprobará por sí mismo y esta comparación producirá mejor efecto sobre su espíritu que todas las explicaciones posibles.

El ve desde luego que la luz del Sol es incomparablemente más intensa que todas las de la Tierra y se convencerá una vez más al entrar á la casa en la tarde, después de la puesta del Sol.

Notemos desde luego que á esta hora el Sol no es visible; hacia cualquier lado que dirijamos nuestras miradas no podemos verlo. Si nos hallamos en el campo la obscuridad es casi completa. Si estamos en una ciudad, los picos de gas se encienden de trecho en trecho en ambos lados de la calle; las casas de comercio se iluminan también, con gas ó con electricidad; en las casas las lámparas brillan en casi todos los pisos. Si pasamos cerca de un gran almacén, de una fábrica, de un edificio cualquiera en donde reine gran actividad, las lámparas son más abundantes y la claridad más viva. En el agua sombría del río se reflejan las luces multicolores de los barcos anclados; los carruajes, los ómnibus, los automóviles, esparcen luces temblorosas : blancas, verdes, rojas, azules, amarillas, según el color de sus linternas. Por todos lados se ven luces, muchas luces. Las hay á todo lo largo del camino que seguimos, las hay en la calle vecina, existen en la calle que acabamos de recorrer y en la calle donde entramos en este momento.



Además si el cielo está puro las estrellas añaden el suave brillo de sus cintilantes flamas celestes á la iluminación nocturna y si la Luna brilla en el cielo la noche es relativamente clara. Sin embargo á pesar de todas estas luces terrestres y celestes, si queremos leer, si deseamos ver una estampa, si queremos sacar una moneda de nuestra bolsa tenemos que aproximarnos á un pico de gas ó á una lámpara, de otro modo no será posible leer, la estampa será invisible y se equivocará uno en la elección de las monedas que desea.

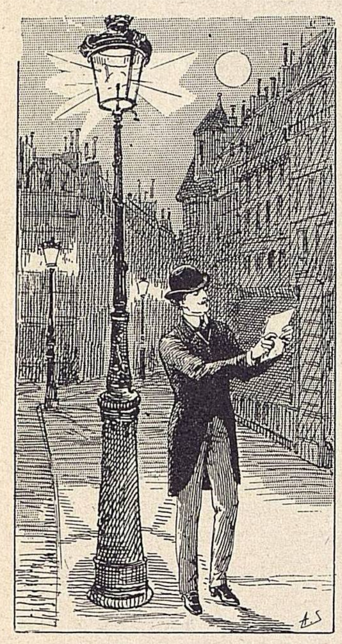


Fig. 5. — Una persona tratando de leer á la luz de un farol de gas.

Por el contrario, cuando el Sol brilla, en cualquier lugar en que nos encontremos, en la calle, en la casa, no tenemos necesidad de desalojarnos para ver las cosas, aun estando en la sombra. La luz solar llega á nosotros, nos envuelve con su admirable esplendor, y nos vemos obligados á confesar que todos los faroles de gas de una gran ciudad, todas las lámparas de las casas, todas las linternas de los carruajes, todos los fanales de las embarcaciones, las innumerables estrellas del cielo, la blanca claridad de la Luna, todas estas luces reunidas no pueden rivalizar con el brillo del Sol, que es único é incomparable. La noche queda sombría, aun en las ciudades más ricas en luz y no puede en ningún caso ser comparada con el día iluminado por el Sol. Por último si se pudiera acumular en un mismo punto todas las

lámparas, todos los picos de gas, todas las velas y las luces eléctricas de la Tierra, la noche no sería más que una sombra del día.

Inmenso ó inagotable manantial de luz, el Sol derrama sobre la tierra raudales de rayos que sin cesar se renuevan. Es él quien da al día su límpida claridad y aun cuando está invisible, oculto por una gruesa capa de nubes, es él, la gigantesca antorcha de los cielos, quien nos envía su radiante luz, un poco debilitada por su viaje á través del velo de brumas que rodea á la tierra.

Es en el resplandor luminoso de este astro espléndido de donde la tierra toma su belleza, es él el que anima á la Naturaleza y la llena de alegría; si las flores tienen tan hermosos colores á él se debe. Cuán diferente sería la vida si el Sol fuera menos brillante, si no diera más claridad que la que producen nuestros faroles de gas ó nuestras lámparas. Estaríamos condenados á vivir en una perpetua semiobscuridad. ¿Y qué sucedería si desapareciera completamente del cielo ó si se apagara? Estaríamos siempre en una situación análoga á aquella en que nos encontramos cuando están las persianas cerradas; sería la obscuridad completa, la noche eterna. La tierra estaría negra como una cueva, como un calabozo, y estaríamos condenados á vivir como ciegos en tinieblas sin fin. Pero este no sería todavía todo nuestro más triste destino.

§ 5.

La obra de la luz en la Naturaleza.

¡Luz! armonía divina que da á la primavera su bello ropaje verde, á las flores los tintes más suaves, á los trigos espigas de oro, á los pájaros su brillante plumaje, á las mariposas sus alas violadas.

¡Luz!, que pone hermosos colores sonrosados en las mejillas de los niños, tintes tornasolados en sus cabellos, color azul ó garzo en sus ojos...



Algunas veces el cielo está gris como si fuera de plomo, y el día está triste. ¿No estaría uno tentado de creer que el Sol nos ha abandonado, porque parece de noche á mediodia? Error. Este tinte sombrío y gris de la bóveda brumosa es justamente la prueba de que el Sol está allí detrás de la cortina de nubes, que la luz se filtra, sin duda con

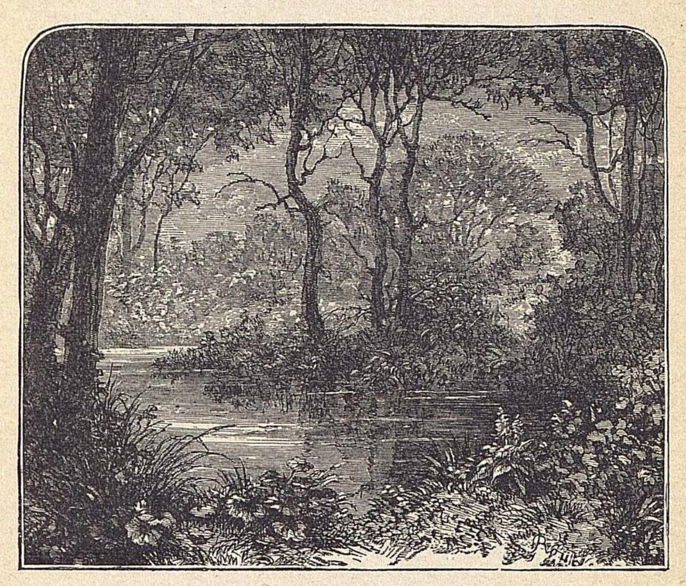


Fig. 6. — Paisaje iluminado por el Sol.

dificultad, á través de las capas de vapores, porque si los rayos solares no iluminaran y no penetraran á las nubes, éstas no se verían grises sino negras.

Que se disuelvan estas nubes y mientras que el arcoiris despliega en el espacio su paleta de siete colores vemos á la luz reflejarse en las gotas de lluvia como en un espejo. Es la luz la que hace que el cielo se vea azul, la tierra morena, el océano azul ó verde, la nieve blanca, la arena amarilla, la amapola roja, el rubí granate, la ciruela violeta, las lilas moradas, la tinta negra. Es ella, en una palabra,



la que crea el mundo feérico de los colores y la que nos hace conocer la existencia de los cuerpos por medio del órgano de la vista. Su papel es extremadamente útil é infinitamente agradable, así es que no somos nosotros solos los que amamos la luz.

Los animales son por lo general muy sensibles á ella; el gallo entona su himno matinal al Sol desde que aparecen los primeros rayos de la luz del día; muchos otros animales

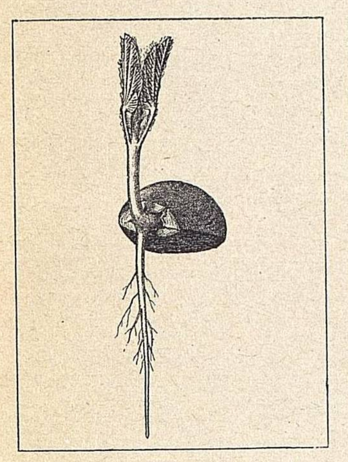


Fig. 7. — Castaño germinando naturalmente.

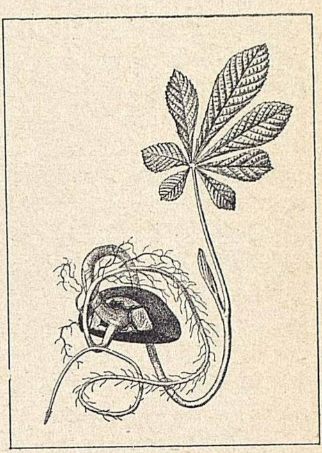


Fig. 8. — Castaño torturado.

le saludan á su manera. Las mismas plantas son ávidas de luz y la buscan con afán. Tomemos una castaña de la India y plantémosla en una maceta. Germinará y dará nacimiento á un tallo que llega hasta la superficie de la tierra y á una raíz que desciende hacia el fondo de la maceta (fig. 7). Dos ó tres meses más tarde cuando un débil tallo llegue á la superficie, volteemos el castaño con objeto de que la raíz quede dirigida hacia arriba y el tallo hacia abajo, hacia el fondo de la maceta, en la posición que la raíz ocupaba antes. Esperemos algunas semanas y veremos al tallo reaparecer en la superficie. Si desenterramos



el castaño (fig. 8), notaremos que el tallo se ha encorvado para dirigirse hacia arriba y lanzarse hacia la luz. Inquisidores de un nuevo género si seguimos martirizando al castaño, nuestra víctima luchará enérgicamente contra nuestra tiranía y el tallo con toda obstinación se torcerá sobre sí mismo para volver á la luz del día, á su querida luz.

¿No vemos á ciertas flores tales como el tornasol, las anémonas, la petunia, etc., voltearse sobre ellas mismas como para mirar constantemente al Sol?

Por otra parte si queremos darnos cuenta de la influencia de la luz en la producción de los colores, tomemos dos plantas de la misma especie, por ejemplo dos rosales blancos y dos azaleas blancas. Coloquemos una maceta en la sombra, en una pieza, y la otra en plena luz, al aire libre, sea en una ventana, en un jardín ó en un punto donde dé libremente el Sol. Al cabo de algunos días las flores expuestas á la luz solar se tiñen ligeramente, mientras que las de la habitación permanecen de un blanco inmaculado. Notemos que lo mismo pasa con los frutos. Si se puede conducir al discípulo á una huerta, en estío, se le enseñará que los duraznos, las peras, las manzanas, etc., están más intensamente coloridas del lado expuesto al Sol.

La luz solar obra sobre la Naturaleza entera, tanto sobre el tallito de hierba, como sobre el árbol gigante de los bosques; tanto como sobre el hombre ó sobre los animales y aun sobre las piedras.

§ 6.

Manantial de calor.

Si el Sol nos abandonara, no solamente sufriríamos la ausencia de luz sino que padeceríamos por el frío, puesto que los rayos solares ejercen sobre nosotros un efecto doble : nos iluminan y nos calientan, y esta última acción es la más preciosa para nosotros.

Se puede vivir por largo tiempo en la obscuridad, pero se muere rápidamente de frío. Muchos hechos lo comprueban y es un asunto sobre el cual conviene insistir, porque los niños bien abrigados y protegidos contra la intemperie, de la que, así, no tienen que temer, se inquietan mucho menos del frío que de las inevitables tinieblas nocturnas. Se podría, de paso, recordar la triste odisea de ciertos prisioneros célebres enterrados vivos en siniestros calabozos; la historia heroica y conmovedora de Sabino y Eponina, etc., sin que esta digresión nos alejara por mucho tiempo de nuestro asunto. Estos dramas reales valen más que los de la Caperucita roja y del Pulgarcito, y si dejan una huella en el espíritu del niño será cuando menos el recuerdo de verdades históricas.

En verdad que sería horrible quedar condenado à vivir en una noche perpetua, como los ciegos, pero esto no es mortal.

Al contrario, el efecto de un frío muy fuerte es implacable. Que nos diga nuestro discípulo ¿ qué sucedería con él si en el mes de Diciembre ó en el de Enero, quedara expuesto al terrible frío del aire libre? Sin duda se pondría á « correr », sería la respuesta inevitable; pero si se le dice que bien pronto sus piernas rehusarían soportarlo y que caería helado é inanimado para no levantarse más, es muy probable que entonces admire más el calor solar que la luz.

Si el fulgor de un hermoso día lleno de Sol encanta nuestros corazones, si los juegos caprichosos de la luz alegran nuestras miradas, si la claridad del día lleva su concurso á nuestras diarias ocupaciones, el papel del calor es más considerable todavía en nuestra vida. Solamente que la luz es seductora, encantadora, y embellece todo lo que toca; mientras que el calor es invisible. Pero, ¿ es realmente invisible el calor? Aproximemos nuestra mano á la flama de una bujía; inmediatamente sentiremos un ligero calor. ¿ No va pues el calor acompañando á la luz?

Por otra parte, hagamos notar que el calor no es inevitablemente un manantial de luz. Llenemos una botella de



metal ó de barro con agua hirviendo : sentiremos una suave radiación de calor; pero no se ve nada de luz. El cuerpo humano es caliente sin ser luminoso. ¿No tomamos algunas veces entre nuestras manos las manos más frías de otra persona para calentarlas? Nuestras manos desprenden calor, pero no pueden producir la menor claridad.

He aquí un fenómeno de orden diferente á aquel de que nos ocupamos en este momento.

Pero para hacer un huevo pasado por agua, si nos servimos de una lámpara de alcohol, la mecha encendida produce cierta claridad, al mismo tiempo que el agua contenida en el recipiente se calienta gradualmente hasta llegar á la ebullición. Hay producción de luz y de calor á la vez. Tal es la doble acción producida por el Sol; es al mismo tiempo una enorme lámpara y un formidable calentador que nos ilumina y nos calienta. Sus rayos son luminosos y calientes y la cantidad de calor que desprende no la podemos imaginar. Nosotros no tenemos de ella más que una pequeña idea, aun durante los largos días de estío cuando el Sol lanza sobre nosotros sus ardientes rayos, porque en el inmenso espacio que lo separa de la Tierra, el calor se dispersa, no llega íntegramente hasta nosotros y no recibimos más que una parte infinitesimal de la radiación total del calor del Sol.

Sin embargo nos es penoso atravesar un espacio sin sombra bajo los rayos ardientes del Sol de Julio y en algunas ocasiones desearíamos con ansia que el astro deslumbrador moderara su fuego.

Ese abundante é inagotable manantial de calor está muy lejano de nosotros. Observamos al Sol á través de un vidrio ahumado : todo el calor terrestre proviene de ese disco brillante que domina en el cielo á una distancia inmensa de la Tierra. Si cesara de enviarnos su calor bienhechor pereceríamos rápidamente de frío porque no pasa con el calor solar lo que con la luz; nada en el mundo podría reemplazar ese calor; ningún procedimiento de calefacción terrestre se le podría comparar.

Durante el invierno encendemos fuego en una chimenea



ó en un calorifero; el calor se extiende en uno ó dos cuartos ó tal vez en toda la habitación si el aparato es muy poderoso; pero ya en la escalera se siente frío y cuando llegamos á la calle no lo podemos soportar. Y aun sin salir de la casa; basta abrir una ventana durante los rudos días de nevada para que la temperatura interior descienda rápidamente, porque el aire que penetra en la casa está frío

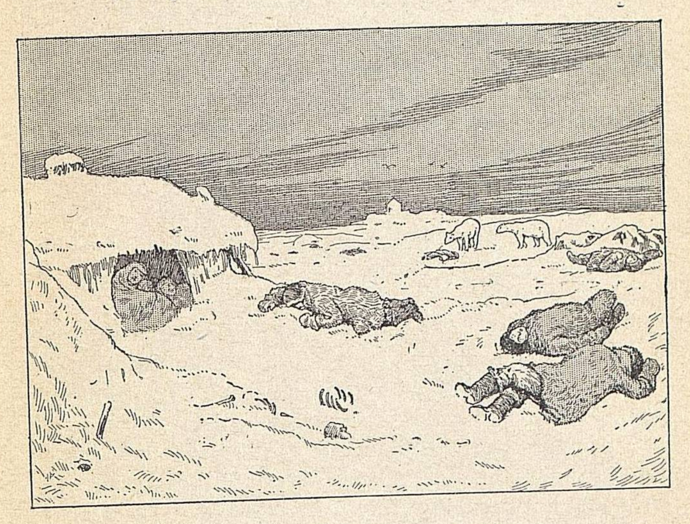


Fig. 9. — La humanidad muriendo de frío.

y las ramas que arden en la chimenea ó los carbones que chisporrotean en el hogar no producen sino un calor relativamente débil que actúa en un pequeño espacio y que no puede luchar con el frío de la atmósfera.

Pero que llegue un rayo de Sol. Inmediatamente el aire de la calle se calienta. El Sol es el gran foco de la naturaleza; produce un fuego continuo, y es el que da á la tierra una temperatura favorable á las condiciones de la vida terrestre.

¡ Cuán grande tiene que ser la potencia de ese foco para producir á tan gran distancia efectos tan maravillosos !



¿Será posible imaginarse la intensidad calorífica de ese horno gigantesco?

Nuestros medios son evidentemente muy restringidos. El calor producido por los más activos focos terrestres es, comparado al calor solar, como la flama de una bujía comparada con el incendio que devora á una ciudad entera.

Sin embargo supongamos que un día, después de un fenómeno que no tratamos de determinar ni de prever, el Sol nos rehusara sus servicios y no nos enviara más calor. De un golpe he aquí á la Tierra sumergida en una obscuridad profunda. Horrible situación para nuestro mundo. La humanidad, los animales, las plantas quedarían condenados á morir de frío. ¿ Qué hacer? Nada, sin duda. Pero el instinto de conservación nos estimularia, vamos á imaginar un trabajo insensato, absolutamente imposible, por varias razones, en su ejecución real. ¡ Ensayémosle teóricamente.

Se trata ante todo de producir un foco capaz de producir un calor igual al emitido por el Sol en un segundo. Supongamos que todo el mundo, sobre la tierra entera, se pone á trabajar, hombres y mujeres, — éstas deben hacer con aquéllos causa común, — y que cada uno llenara sacos con carbón, siendo las cargas de 50 kilogramos, que es lo que contienen de ordinario los sacos de los carboneros. Admitamos que con este trabajo, cada individuo añade todos los días al montón común 1 000 kilogramos de carbón ó, lo que es lo mismo, una tonelada. Esto equivaldría á 20 sacos del carbonero. Todos los niños conocen las dimensiones aparentes de estos sacos llenos; pueden, por lo tanto, imaginarse lo que representa una tonelada, formada por 20 de esos sacos de carbón.

¿Se quiere saber cuántas toneladas de carbón habría necesidad de reunir para obtener un calor igual al que produce el Sol en un segundo? He aquí el número : once mil seiscientos billones de toneladas!

11 600 000 000 000 000.



Naturalmente, este montón colosal debía arder de un solo golpe y deberían estar al rojo desde el primer carbón hasta el último, para igualar el desprendimiento de calor lanzado por el horno solar en el muy corto tiempo que hemos indicado.

Para hacer este formidable número comprensible y menos pavoroso á los ojos de los niños, se podría uno inspirar en la Iniciación Matemática y descomponerlo hasta la unidad, por medio de cerillos, fichas, etc. Suponiendo que un cerillo representa una tonelada de carbón, se necesitarían 11 millones seiscientos mil trenes de 10 vagones para conducir los cerillos que representan el número de toneladas calculadas antes [1].

§ 7.

El calor solar y la vida terrestre.

Nos consideramos los dueños del mundo, porque somos superiores á los otros seres : los animales y las plantas. ¡Error! Por encima de nosotros están las fuerzas prodigiosas de la naturaleza y estas fuerzas son regidas por el Sol.

En verdad nosotros somos esclavos del Sol. Sin él, sin su calor vivificante, no valdríamos nada. ¿Cómo es esto? Lo vamos á ver. Supongamos que no existiera el Sol. El péndulo acaba de dar la hora á que acostumbramos levantarnos. Abrimos los ojos y nos encontramos en la obscuridad. Nada de Sol y naturalmente nada de día. En medio de la noche profunda, á la luz de las estrellas comenzamos nuestros trabajos. Desde luego este principio es poco seductor, pero será peor en el momento del desayuno. El trabajo se prolongará hasta que se sienta el hambre; las horas, que debían estar arregladas por el Sol, no serán sino autómatas regidos por péndulos nocturnos,

1. *Iniciación matemática*, por C. A. Laisant, nos 1 á 10.



no habrá ni aurora, ni mañana, ni mediodía, etc., y la división del tiempo se detendría en nuestro espíritu como en nuestros ojos.

Cuando el apetito reclame satisfacción trataremos de comer. ¿Y qué comeremos? ¿Pan? No tardaría en faltar. El trigo, la cebada, la avena, todos los cereales, privados del calor solar, estarían completamente helados y no habría harina para la fabricación del pan. Entonces ¿tomaremos leche? Tampoco habría. Las vacas, las cabras, las burras, estarían muertas de hambre, porque los pastos al no recibir los rayos del astro del día estarían cubiertos por una capa de hielo. No habría heno, no habría granos, no habría forrajes. Por la misma razón todos los animales con cuyas carnes nos nutrimos habrián muerto; las gallinas también, y por lo tanto no habría huevos. No podríamos tener azúcar, ni café ni chícharos, etc., porque el Sol haría falta para el desarrollo de los vegetales; no habría miel porque todas las flores se habrían marchitado y no ofrecerían á la abeja laboriosa más que tallos secos por el frío; no habría chocolate puesto que este producto encierra Sol bajo forma del elemento vegetal en las materias que sirven para su fabricación. ¿Qué podríamos, pues, comer? Nada.

Pero para reconfortarse ¿se podría beber algo de vino? Tampoco. La viña, lo mismo que el trigo, lo mismo que todos los cereales, lo mismo que la hierba de las praderas, lo mismo que los árboles, es un producto del calor solar sin el cual todos los elementos permanecen inactivos. En ausencia del Sol, la primavera y el estío desaparecerían para dar lugar á un invierno eterno, lo que traería como consecuencia el hambre universal y la muerte de la humanidad.

¿Quién se atrevería, por lo tanto, á negar que no somos hijos del Sol cuando sabemos que toda la vida terrestre está suspendida de los rayos de este astro glorioso? Sin él, todos pereceríamos de hambre y de frío; por el contrario, gracias á él la vida se desarrolla y circula en la tierra. Su calor hace evaporar el agua de los océanos para formar

las nubes y preparar las lluvias bienhechoras que dan al mundo vegetal su alimento fluido, y á los ríos y á los lagos el elemento líquido indispensable para los pescados. Es también ese calor el que hace germinar los granos, crecer las plantas, abrirse las flores, madurar los frutos. Es el calor solar el que funde las nieves, el que hace reverdecer en primavera los prados, los bosques, el que

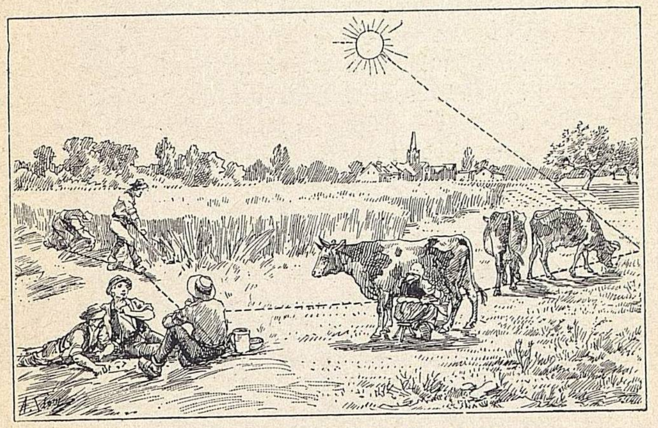


Fig. 10. — Viaje de un rayo de Sol.

pone amarillas las mieses en estío y el que dora las uvas en otoño.

Nada más curioso ni más interesante que las peregrinaciones y las transformaciones de un rayo de Sol desde su salida del astro radiante. Después de una larga travesía en el inmenso espacio que nos separa del Sol, he aquí que toca á la tierra y acaricia á las hierbas de la pradera. Cada tallito de hierba, cada florecita del campo perfumado se apoderan de él á su paso, lo absorben con delicia y el calor solar aprisionado en el débil organismo de las plantas se almacena en ellas y las hace crecer.

Una cabra, una vaca glotona, un buey hambriento, un carnero tragón que caminan por allí se alimentan con las más sabrosas plantas verdes y he aquí al rayo de Sol que

con la hierba de las pasturas pasa al cuerpo del rumiante y se transforma en leche en la vaca y la cabra y en carne en el buey y en el carnero. Como tercera etapa llega á nuestra mesa bajo forma de beefsteak, de costilla, de crema, de caldo, etc.; y después se incorpora á nuestra sangre, fortifica nuestros tejidos y lo empleamos bajo forma de trabajo muscular.

Así, pues, nosotros comemos Sol en los vegetales, en las frutas cuya sabrosa carne está sazonada con luz y con agua; lo absorbemos también en otra forma en la carne de los animales; le bebemos en el vino, en la sidra; estas bebidas no son otra cosa sino el jugo de las uvas y de las manzanas maduradas por el calor solar.

En fin, el Sol nos da la lana de nuestros vestidos, la seda de las telas ricas, el algodón, etc.

Por lo tanto, ¿qué sería de nosotros sin el buen Sol? ¿Qué haríamos sin él? Es muy simple la respuesta, no haríamos nada por la sencilla razón de que nos sería imposible vivir sin él. Así, pues, debemos mirar con gratitud al astro magnífico que posee en sus rayos los destinos de la Tierra y de la humanidad.

§ 8.

Un horno económico.

El calor solar puede ser utilizado prácticamente. Los rayos del astro del día después de haber atravesado el aire, un cristal ó un cuerpo transparente cualquiera pierden la facultad de volver á atravesar este mismo cuerpo transparente para regresar á los espacios celestes. Por medio de un procedimiento fundado en esta ley física, los jardineros aceleran en la primavera la vegetación de las plantas delicadas cubriéndolas con una caja ó con una campana de vidrio que deja entrar los rayos solares, pero que después no los deje escapar sino con mucha dificultad. Si el jardinero pone dos ó tres campanas una encima de la otra,



quemaria á la planta cubierta de ese modo y aun en los días limpios de Marzo y Abril se ve obligado á menudo á levantar uno de los lados de la campana para que la planta no sufra con el Sol de mediodía. Por medio de un aparato compuesto de una caja ennegrecida por dentro y con varios vidrios superpuestos, Saussure [1], á fines del siglo XVIII, logró que el agua entrara en ebullición. Durante su permanencia en el Cabo de Buena Esperanza, en 1834, Sir John Herschel [2] pudo cocer un huevo de buen tamaño por medio de dos cajas ennegrecidas colocadas una sobre otra y provista cada una de un vidrio, sin otro manantial de calor que los rayos solares que se almacenaban sin salida posible en esta especie de ratonera. El obsequiaba á su numerosa familia y á sus invitados por medio de esta cocina operada con un horno de género tan nuevo.

La caja de Herschel, cerrada solamente con dos láminas de vidrio, alcanzaba sucesivamente 80, 100 y 120 grados de temperatura. He aquí, según las predicciones de los alquimistas de la Edad Media, á los rayos del Sol embotellados.

Después de Saussure y de John Herschel, varios físicos han emprendido diversos estudios acerca del mismo asunto.

Un sabio francés, Mouchot [3], cuyos trabajos son conocidos por mis lectores desde hace largo tiempo y sobre los cuales se llamó recientemente la atención pública (1907), imaginó utilizar el calor solar empleando un reflector cónico en forma de pantalla dirigido constantemente hacia el Sol y concentrando los rayos sobre el eje del cono donde estaba una caldera alargada. En Tours, donde hizo sus primeros experimentos, y en París, donde los continuó, pudo hacer funcionar una pequeña máquina de vapor, de uno ó dos caballos, calentada únicamente por el Sol; dicha máquina figuró en la exposición de 1878. Muchas personas probaron café preparado con el Sol y tajadas de carne asada por el mismo procedimiento. Esperaba, en

1. Teodoro de Saussure, físico suizo (1767-1845).
2. John Herschel, astrónomo inglés (1792-1871), hijo del ilustre Guillermo Herschel.
3. Mouchot, matemático y físico, nacido en Semur en 1825.



países como Argelia y Egipto, poder aplicar las máquinas solares para elevar agua destinada á la irrigación y al regadío.

Los experimentos del Sr Mouchot fueron después continuados por el Sr Abel Pifre, que construyó entre otras máquinas, en 1884, el aparato representado en la figura 11 y el cual utilizaba para calentar agua y producir vapor

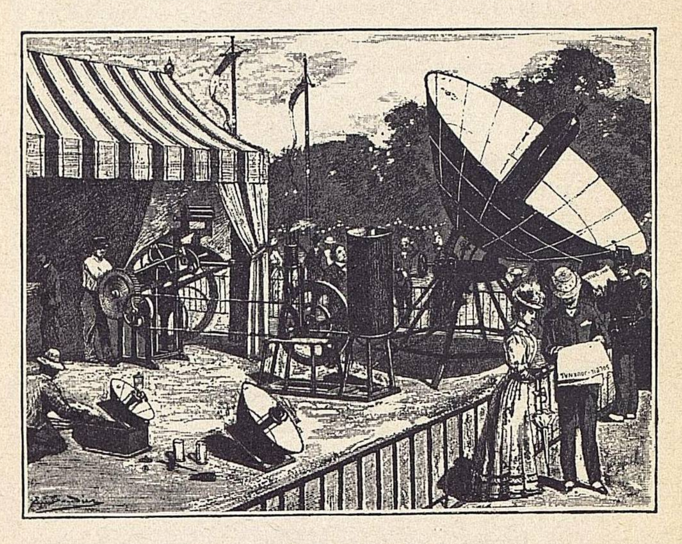


Fig. 11. — Utilización del calor solar.

aprovechando el 60, 70 y 80 por ciento del calor recibido del astro del día. Según se ve en la figura, la máquina era empleada para imprimir un periódico (*le Soleil-Journal*) á razón de 500 ejemplares por hora.

Con menos gasto durante los días de estío, cuando el Sol brilla en un cielo despejado, á mediodía, podemos construir para nuestro discípulo un horno económico capaz de cocer un huevo. Para esto tomamos una caja de galletas, de hoja de lata, y de tamaño mediano y la pintamos tanto por fuera como por dentro con pintura negra. Después, se



pone agua adentro en cantidad suficiente, se introduce el huevo en el agua, se cubre la caja con un vidrio y se inclina de manera que reciba directamente los rayos del Sol. Al cabo de un tiempo más ó menos largo, el agua se calentará lo bastante para obtener un huevo pasado por agua convenientemente cocido. Poniendo el huevo sin agua, en la caja transformada en estufa, se podría obtener un huevo duro.

En nuestros climas el Sol de estío llega á calentar el suelo hasta una temperatura de 60° y aun más. En Julio de 1904 en mi Observatorio de Juvisy los termómetros blancos marcaron 63° y los termómetros negros 71°.

§ 9.

La salida y la puesta del Sol.

En estío el Sol es más madrugador que la mayor parte de nosotros y en general se encuentra ya á cierta altura cuando despertamos. Al contrario, durante el invierno á menudo le adelantamos y podemos verlo aparecer sin perder nada de nuestro sueño. En esta estación los observadores de la salida del astro son más numerosos, algunas veces muy á su pesar.


Fig. 12. — El canto de la aurora.

Primero una pálida claridad blanquea un rumbo del cielo; es el alba, la vanguardia luminosa del gran Sol. Ella es saludada por el canto del gallo. Poco después esta luz se vuelve roja ó cobriza; los vapores que están constantemente en suspensión en el aire se coloran; á menudo se observan á esa hora nubes teñidas de color de rosa y de oro; la luz aumenta más y más, el paisaje sale de las sombras nocturnas; he aquí la aurora. El astro Sol no es todavía visible, pero sus rayos



iluminan ya el aire á gran altura y esta luz nos es reflejada casi como lo haría un espejo, pero sin embargo de una manera más confusa.

Por fin el disco solar aparece rojo, á través de la bruma de la mañana y de la gruesa capa atmosférica; se le puede mirar á la simple vista, parece salir de la Tierra y sus rayos rasan el suelo. El día ha reemplazado á la noche.

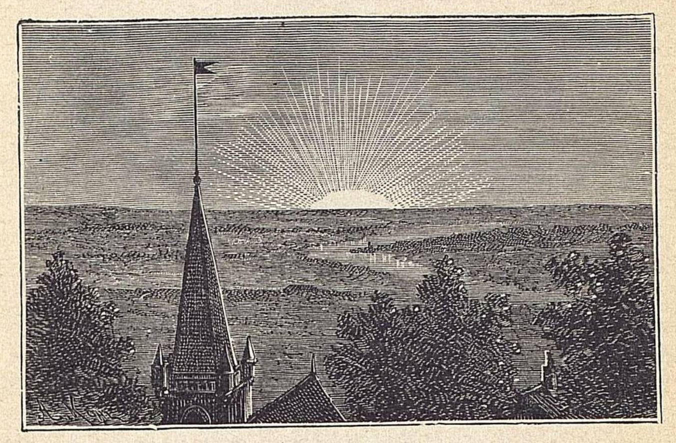


Fig. 13. — La salida del Sol.

¡Qué actividad se desarrolla desde la salida del Sol en los bosques, en los campos, en los sembrados de las praderas; en todas partes en que la vida se ha reanimado!

Los animales acogen la salida del Sol con transportes de alegría, y las mismas plantas lo saludan á su manera, silenciosamente, abriendo sus tiernas corolas á sus primeros rayos y extendiendo en su dirección como débiles brazos, sus hojas ligeras y sus cabezas flexibles.

Majestuosamente el astro soberano se eleva arriba del horizonte. La luz del día se hace más y más intensa y el calor más grande. Efluvios luminosos, deslumbradores, se lanzan del disco solar que radía enmedio de raudales de luz que inundan el espacio. Ya no tiene color escarlata



sino que es de una blancura deslumbradora y ya no se le puede mirar sino á través de un vidrio negro.

Continuando su curso aparente cada día, sube en el cielo, pero no vertical sino oblicuamente describiendo una extensa curva. Esta parte de la travesia del cielo la efectúa en la mañana. Una vez que ha llegado á cierto punto de la carrera, el Sol detiene su ascención oblicua en la inmensidad. Es mediodía, la luz y el calor son intensos. Las horas se eslabonan, cada una de ellas marca una nueva etapa

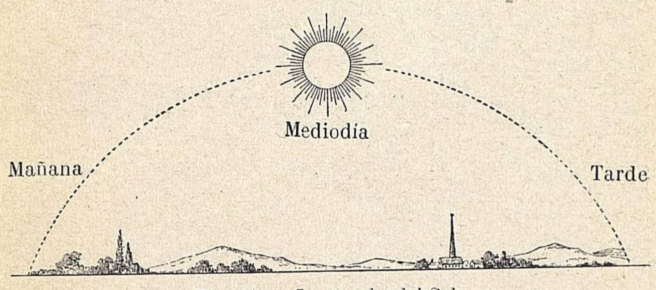


Fig. 14. — La marcha del Sol.

del Sol sobre su camino azulado y cuando desciende en seguida hacia el horizonte occidental — al punto opuesto de aquel por donde salió — se despoja de nuevo de sus rayos brillantes y se le puede mirar cara á cara, á la simple vista, como en la aurora y se le ve como un disco rojo, en las brumas del poniente. Vapores color de púrpura flotan en el día moribundo y algunas veces el horizonte se tiñe de los más fantásticos colores; flotan en la atmósfera nubes diáfanas de color rosa ó dorado; las brumas que cubren el fondo del paisaje y que parecen un velo de gasa transparente están teñidas de azul ó de violeta; son feéricos espectáculos los de la puesta de Sol, ante los cuales el contemplador de las maravillas de la Naturaleza se siente transportado de admiración.

Lentamente el disco del Sol se hunde en el horizonte arrastrando consigo mismo la luz del día y el calor de sus



brillantes rayos. Entonces viene el crepúsculo que precede á la noche. La impresionante y espléndida iluminación crepuscular se prolonga todavía por algunos instantes en las alturas atmosféricas, pero la tierra está ya envuelta en las sombras nocturnas.

La obscuridad y el enfriamiento del aire suceden al brillo

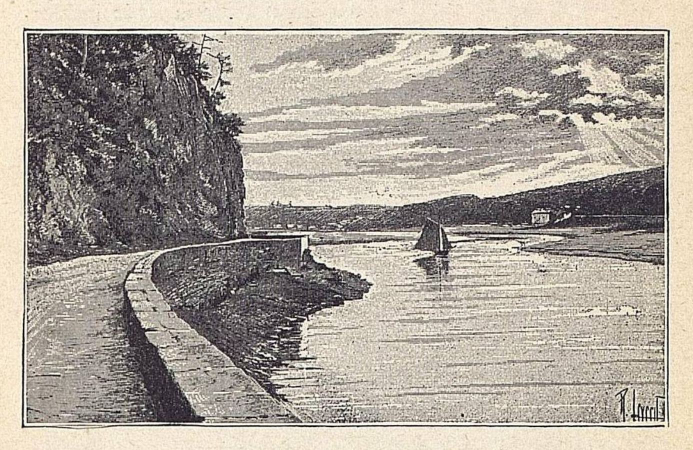


Fig. 15. — El crepúsculo.

y calor del día. Hay un hecho natural y sencillo pero de una gran importancia acerca de la cual conviene insistir en el ánimo del niño; mientras que el Sol es visible por encima del horizonte es de día y la temperatura es bastante elevada; pero desde que el disco solar desaparece á nuestra vista, la obscuridad invade la tierra rápidamente y el aire se enfría con brusquedad, porque la luz del día y el calor terrestre viniendo únicamente del Sol, no nos pueden llegar directamente después de la puesta del astro.



§ 10.

El arte de orientarse. No perdamos el Norte.

Si perdemos nuestro camino en una ciudad, suplicamos á una persona de buena voluntad que nos lo indique. Generalmente nuestro amable interlocutor nos responde : « Tome usted tal dirección » (y al mismo tiempo hace un gesto maquinal en la dirección exactamente opuesta á aquella de que habla); en seguida dice : « Dé usted vuelta por tal lado » (é inconscientemente agita la mano hacia la derecha al deciros que debéis caminar hacia la izquierda, ó inversamente) y al despediros de aquella persona os sentís más confundido que antes y se corre el riesgo de seguir varios caminos errados antes de encontrar el verdadero... si acaso se llega á encontrar. Si os perdéis en el campo, el primer campesino que ande por allí tendrá un gran placer (algunas veces algo maligno) de daros señas, igualmente con gesto en contradicción con sus palabras, y se considerará obligado á añadir una indicación complementaria á propósito de la duración de la caminata. « Tendréis que caminar un cuarto de hora », afirmará, cuando en realidad tendréis que andar durante una hora.

Pero,¿ si nos hemos perdido en regiones solitarias, en medio de un bosqne ó enmedio de una planicie desierta, quién nos pondrá en buen camino?

El Sol, y él lo hará mejor que cualquiera persona, con tal de que sepamos interrogarlo.

Se llama horizonte el círculo que limita nuestra vista en torno nuestro.

La región del horizonte por donde aparece el Sol en la mañana se llama Oriente, Este ó Levante. La región opuesta por donde se pone el Sol ha recibido el nombre de Occidente. Se le llama también Oeste ó Poniente.

En nuestros países europeos, la región del horizonte hacia la cual ve un observador cuando busca el Sol al mediodía, se llama austral ó Sur, y la región exactamente



opuesta, hacia la cual queda dirigida la espalda, se llama el Septentrión ó Norte.

¡Y bien! Supongamos que desde el lugar en que vivimos vemos aparecer al Sol todas las mañanas en el horizonte, en un punto que podemos marcar bien; desde nuestra ventana, por ejemplo, ese punto está cerca de un gran álamo que se levanta muy derecho, á lo lejos, en el fondo de verdes praderas. Por el simple hecho de haber observado bien ese punto, ya estamos *orientados*; es decir que mirando el álamo frente á frente, estamos sensiblemente dirigidos hacia el Oriente; el Occidente queda á nuestra espalda, el Sur á nuestra derecha y el Norte á nuestra izquierda.

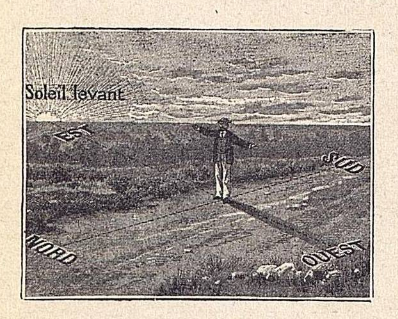


Fig. 16. — La orientación.

Nos orientaremos de la misma manera cualquiera que sea la posición de nuestra casa; ya sea que mire al Sur, al Oeste ó al Norte. Vamos á dar un paseo y al partir nos fijaremos en qué dirección marchamos.

Suponganos que no podemos encontrar nuestro camino para regresar á la casa. Nada nos impide pensar que se trata de un hermoso día, como á las 6 de la tarde. Estamos aislados. Nadie nos puede guiar. Pero el Sol está allí y él va á ser nuestro guía. Volvámonos hacia él: allí está el Oeste. Desde luego, ya sabemos en qué dirección debemos andar para llegar á nuestra casa.

Es á la vez muy sencillo y muy útil aprender á orientarse (es decir, encontrar el Oriente, y después las otras direcciones) por la posición del Sol á su salida, al mediodía y á su puesta. Cuando lo mira uno á mediodía, se tiene al frente el Sur, el Norte á la espalda, el Oriente á la izquierda y el Occidente á la derecha. Cuando admiramos

la puesta del Sol vemos al Oeste; entonces el Oriente queda á nuestra espalda, el Norte queda á nuestra derecha y el Sur á nuestra izquierda. Al contrario, en la mañana, al salir el Sol y verlo, tenemos el Oriente ante nosotros, el Sur á la derecha, el Norte á la izquierda y el Oeste á nuestra espalda.

Así, pues, cualquiera persona puede reconocer fácilmente la orientación de su casa; á pesar del interés que tiene este conocimiento y aunque no fuera más que desde el punto de vista de la exposición de las ventanas, de la luz, de la temperatura, de la higiene, muchas personas no han pensado jamás en ello.

Los puntos del horizonte situados en las cuatro direcciones: Este, Sur, Oeste, Norte, se llaman los cuatro puntos cardinales.

§ 11.

Una lámpara que no se apaga jamás.

Los hombres se ocupan del estudio del cielo desde hace siglos y siglos, y el origen de la Astronomía se pierde en la noche de los tiempos. Nuestros recuerdos se remontan en la historia de esta ciencia hasta las observaciones, más poéticas que científicas, de los pastores del Oriente, pero ciertamente que antes que ellos, algunos ojos incógnitos habían interrogado los aspectos cambiantes de la Naturaleza: el Sol, la Luna, las Estrellas; algunos espíritus perspicaces habían, sin duda, hecho consideraciones relatívas al curso de los astros; algunos corazones habían palpitado de admiración ante el esplendor de los espectáculos celestes, emocionados por el eterno silencio de los cielos infinitos.

De estas observaciones prehistóricas no nos queda nada. Pero hasta donde hemos podido recoger el testimonio humano, sabemos que el Sol siempre ha atraido particularmente la atención de los hombres. Desde la antigüedad,



saludaban en él al dios del día y presentían ciertas afinidades entre la tierra y ese astro lejano, pero no tenían ninguna idea de su verdadera magnitud. Así ¿ no imaginaban en tiempo de Homero[1] que esa antorcha celeste se apagaba todas las tardes al Oeste, en el Océano de que se creía rodeado el mundo, para encenderse todas las mañanas en el Oriente?

La Astronomía era entonces una ciencia muy rudimentaria y la infantil ignorancia científica de nuestros abuelos no veía ningún inconveniente en soplar todas las tardes la flama del día con la misma facilidad con que soplamos nuestra vela antes de dormirnos. Pero esta noble ciencia ha hecho progresos considerables, sobre todo desde hace pocos siglos; ella nos ha revelado la verdadera magnitud del sistema del mundo, y ahora sabemos que el Sol es un astro colosal, muy alejado de la tierra; que es un foco espléndido de calor, de luz y de vida, que siempre arde con fuego inextinguible, aunque las apariencias parecen contradictorias y que, en la tarde, parece debilitarse al sumergirse en las brumas del occidente.

¿Y el brillo intrínseco del Sol es menor en la mañana que en la tarde, que al mediodía? No. Pero en el momento de la aurora y del crepúsculo un velo de vapores atmosféricos se extiende entre el Sol y la Tierra y estos vapores hacen el papel del vidrio ahumado de que nos servimos para observarlo cuando brilla arriba de nuestras cabezas; esos vapores atenúan la vivacidad de su disco. Observamos algunas veces el mismo efecto en ciertos días de densa bruma, en los cuales se puede seguir á la simple vista el camino del astro.

En realidad el Sol no es rojo sino blanco; de una blancura deslumbradora que nos impide mirarlo; la apariencia roja del Sol poniente ó del Sol levante es debida á una causa terrestre, á las brumas que se interponen como una pantalla entre el astro y el observador.

1. Homero, el más célebre de los poetas griegos; vivió en el siglo IX, antes de nuestra era.



Si la atmósfera fuera absolutamente transparente y si los vapores que se levantan á la hora de la aurora y la del crepúsculo no existieran veríamos el disco solar tan blanco á su salida y á su puesta como al mediodía y no podríamos mirarlo jamás como no fuera á través de un vidrio ahumado. Este sería sin duda la delicia de los niños y la desesperación de las mamás que se preocupan de la impecable limpieza del delantal y de las manos de los chiqui-

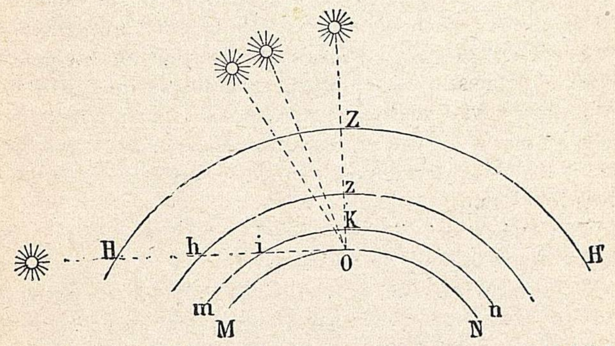


Fig. 17. — Espesor de la atmósfera atravesada por los rayos del Sol según la altura del astro.

tines. El manejo del vidrio ahumado es en efecto un juego para el niño, pues comienza por ensuciarse la cara y las manos, lo que le divierte mucho. Son los inevitables accidentes del principiante y si se le regaña por este asunto, el discípulo podría perder el gusto por las observaciones celestes. Dejémoslo que se divierta con el vidrio ahumado; él lo pedirá á menudo con el pretexto de observar el Sol y se le dará con la condición de que efectivamente se sirva de él para seguir la marcha del astro en el cielo. Así, por el gusto de parecerse á un negrito, se convertirá á la vez en un joven observador.

Desde luego se necesita que el Sol sea para el educador y para el niño como un amigo común de quien se habla á menudo y que desempeña un papel en las pequeñeces de la vida del niño.



La astronomía es la ciencia de lo *intangible* y es necesario, para alcanzar el objeto de este pequeño libro, que las palabras del educador se materialicen de cierto modo, en el cerebro del niño, tan rebelde á lo abstracto, y el medio más seguro para conseguirlo es asociar el Sol á la conversación, siempre que se presente la ocasión, y utilizar todas las comparaciones posibles.

Pero volvamos á nuestro asunto.

Á pesar de las apariencias la gran lámpara de los cielos, no se apaga jamás. Cuando cesa de brillar á nuestros ojos va á brillar delante de otros, va á iluminar nuevos países, otras ciudades, otros campos, va á hacer que se abran otras flores, va á madurar otros frutos.

La ausencia del Sol es, pues, la única causa de la noche, de las tinieblas, tan temidas por la infancia y por los espíritus incultos.

¿Por qué deserta de nuestro cielo? ¿Por qué no brilla siempre por encima de nosotros?

No seamos injustos, el verdadero culpable no es él. El Sol no abandona nunca su lugar. Siempre conserva el mismo brillo. Si el día no es perpetuo, la Tierra tiene la culpa y vamos á esforzarnos por demostrarlo.

§ 12.

Una cuestión dudosa ¿Quién gira?

Confiemos á un niño un papel, muy grave, muy importante, supongamos que él representa la Tierra y él se pondrá orgulloso de ello, pues hasta este momento nada hay más bello para su imaginación. Así es que se prestará de buena voluntad á nuestro pequeño experimento y con nobleza se pondrá de pie, inmóvil, enmedio de la pieza que deberá ser considerada como el cielo.

Para representar el Sol tomemos una lámpara encendida y lentamente de derecha á izquierda hagámosla pasar por delante de la cara del niño. Con esto parodiamos el día; es



el Sol que atraviesa el cielo é ilumina á la Tierra. Continuemos girando. He aquí el crepúsculo, al cual sigue la noche. Bien pronto nos encontramos con la lámpara por detrás del niño. Para continuar nuestro circuito traemos la lámpara á su punto de partida, á la izquierda de la cara del niño, es decir al oriente de la Tierra. Es la mañana y girando una vez más se producirá un segundo día al dar una segunda vuelta. Es este en miniatura el espectáculo de las apariencias que se desarrollan diariamente en la inmensidad de los cielos.



Fig. 18. — Imagen de las apariencias

Ahora supongamos otra cosa. Cada uno conserva su lugar, pero pongamos la lámpara sobre la mesa pequeña, de modo que la flama quede á la altura de la cara del niño. Este último, en lugar de permanecer inmóvil, va á girar sobre sí mismo de derecha á izquierda. Desde luego cuando está iluminado precisamente en la cara, será mediodía. Á medida que gira, el ángulo de iluminación varía, es decir que su cara, que en la primera posición estaba enteramente iluminada, ya no lo está después de un cuarto de



Fig. 19. — Imagen de la realidad.



vuelta. La mejilla izquierda está casi en la obscuridad. Después de media vuelta, cuando el niño vuelve la espalda á la luz, es de noche; su cara está completamente en la sombra, como lo estaba cuando paseábamos la lámpara por detrás de su espalda. Continuando la vuelta, el niño vuelve á colocar su cara delante de la lámpara: primero es la aurora y después el pleno día.

Véanse, pues, dos apariencias idénticas, producidas por dos fenómenos diferentes; si hacemos circular una lámpara alrededor de un niño inmóvil ó si el niño gira sobre sí mismo presentando alternativamente su cara y su espalda á la luz que no cambia de lugar, el resultado es el mismo; hay sucesión de luz y de sombra; hay día y noche sobre la cara del pequeñuelo.

Apliquemos estas observaciones á los fenómenos celestes. Si la Tierra gira sobre sí misma presentando sucesivamente sus diferentes partes al Sol fijo, ó al contrario si el Sol gira alrededor de la Tierra inmóvil, en ambos casos las apariencias serán las mismas.

Es verdad que nosotros sentimos la tierra inmóvil bajo nuestros pies y que el Sol parece recorrer el cielo todos los días de Este á Oeste. Por otra parte si se observa el cielo en una noche limpia, se ve que la Luna y todas las estrellas parece que se desalojan lentamente en el mismo sentido que el Sol, de suerte que todo el cielo parece girar en conjunto, con los innumerables astros encima de nuestras cabezas.

¿Y las apariencias están de acuerdo con la realidad? Repetimos que sea que la Tierra esté en reposo y el cielo en movimiento en su derredor, sea que el Sol y todos los astros estén fijos y la Tierra en movimiento, el espectáculo será el mismo para nuestros ojos. Habrá, pues, que recurrir á la lógica para elegir entre una de las dos hipótesis.

§ 13.

La Tierra gira sobre sí misma.

Volvamos á ocuparnos de la observación precedente para completarla.

El niño está en pie, inmóvil, enmedio del cuarto. Gira sobre sí mismo delante de una lámpara encendida colocada sobre un mueble cualquiera. Para que dé una vuelta sobre sí mismo, lentamente, y para observar las alternativas de luz y sombra, supongamos que su pirueta dure el tiempo necesario para contar de 1 á 10. Ahora, pidámosle que permanezca inmóvil y movamos alrededor del niño la lámpara que representa el Sol, hasta que cuente de 1 á 10. Si caminamos á un metro de distancia del niño tendremos que andar muy de prisa para dar una vuelta en el tiempo indicado, pues la circunferencia que hay que recorrer es mucho más grande que la del cuerpo girando sobre sí mismo. Á una distancia de dos metros tendremos que acelerar todavía más nuestro paso para hacer el trayecto circular en un tiempo igual á la vuelta del niño. Á una distancia de tres metros nos veremos obligados á correr más todavía y así sucesivamente. Mientras más lejos está el cuerpo central, mayor será el camino que hay que recorrer, más tiempo emplearemos en dar la vuelta y más tendremos que correr si queremos terminar en el tiempo que el cuerpo emplea en girar sobre sí mismo.

Ahora el cálculo comprueba que el Sol está muy lejos de la Tierra, tan lejos que lo vemos como un pequeño disco, cuando en realidad es enorme. Para girar alrededor de nosotros á la distancia á que está de la Tierra, tendría que recorrer un círculo inmenso y para hacer ese trayecto en un día, su movimiento tendría que ser de una rapidez inconcebible y absolutamente inadmisible.

Además, el Sol no está solo en los cielos. Todas las estrellas están incomparablemente más lejos que él y



habría que suponerlas animadas de velocidades fantásticas si realmente el universo entero girara en nuestro derredor.

Desde luego, podemos ilustrar nuestra observación por una comparación muy clara.

Coloquemos en medio de un cuarto un objeto cualquiera. Deseamos que *todas* las partes de ese objeto miren sucesivamente á los cuatro muros, así como á los muebles que se encuentran repartidos á distancias variadas.

¿Qué haremos? ¿Pondremos en movimiento las sillas, los pesados sillones, las cómodas, la biblioteca, el piano, etc., para que desfilen delante del objeto central? No, sería un trabajo inútil y absurdo. Sería insensato producir en todos esos muebles un desalojamiento tan complicado y tan considerable, con el objeto de hacerlos girar alrededor del cuerpo central, el que, relativamente á los demás, es un objeto minúsculo é insignificante.

Haremos sencillamente girar á este cuerpo sobre sí mismo á fin de que todas sus partes se presenten sucesivamente á todos los muebles, y esta vuelta se podrá dar con rapidez.

Y bien. Supongamos que ese objeto central fuera la Tierra; la silla más próxima podría ser considerada como la Luna; el sillón más lejos sería el Sol, y los otros muebles y chucherías representarían las estrellas.

Notemos que para poder representar bien las distancias, necesitaríamos disponer de un lugar inmenso, sin muros, sin límites, y allá muy lejos, fuera de los límites de nuestra vista, objetos que representaran las estrellas á sus diversas distancias y los más lejanos estarían obligados á describir círculos inmensos alrededor del punto que representa la Tierra, y tendrían que completar una vuelta en el mismo tiempo que los objetos más cercanos.

Por poco que se piense, semejante hipótesis sería enteramente inadmisible y nuestro sentido común rehusa aceptarla. Es lógico y natural pensar, aun sin otra prueba, que la Tierra simplemente da una vuelta sobre sí misma en un día, para evitar á los astros una formidable evolución.

Ahora bien, las pruebas del movimiento de la Tierra son innumerables y no admiten recusación. El Sol no da vueltas á nuestro derredor como parece. Está fijo con respecto á nosotros; pero la Tierra gira sobre sí misma de Occidente á Oriente, y este movimiento de *rotación* (es decir como de rueda) que produce las alternativas del día y de la noche es el que hace que todas las regiones de la Tierra vengan á quedar sucesivamente delante del Sol, y después sean arrastradas en la sombra por la rotación diurna. Fué Copérnico[1] quien tuvo el honor de demostrar, por vez primera, con argumentos irrefutables, el movimiento de la Tierra, y proclamó el error en que había vivido la humanidad hasta aquella época.

§ 14.

Ilusiones y realidades.

Lo que admira más al espíritu humano, en la certeza del movimiento de la Tierra, es pensar que, forzosamente, giramos con ella sin darnos cuenta de ese movimiento.

Antes de preocuparnos de la manera como gira, de su forma, de sus dimensiones, etc., se dice: La Tierra gira, y nosotros no la vemos girar.

Esta es desde luego la primera objeción que se opone á la realidad de este movimiento. La Tierra está inmóvil á nuestros pies, no se la siente mover. Si ella se moviera, deberíamos notarlo de una manera cualquiera; por ejemplo al elevarse en globo á cierta altura, los aeronautas debían ver resbalar á la Tierra debajo de la canastilla y cuando subían verticalmente en los aires y volvían á descender, también verticalmente, debían caer al oeste de su punto de partida, pues, mientras, la Tierra había girado hacia el oriente. Nuestros antepasados no conocieron estos grandes

1. Nicolás Copérnico, astrónomo polaco, nacido en Thorn, en 1473. Murió en 1543, en Frauenbourg, donde era canónigo.

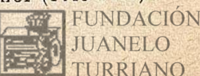


pájaros construidos por la mano del hombre : los aeróstatos inventados por los hermanos Montgolfier[1] á fines del siglo XVIII, y pensaban que una piedra lanzada al aire debía caer al oeste de su punto de partida, pues entretanto la Tierra había girado de occidente á oriente. Este razonamiento no se apoya sobre ninguna base científica; es el resultado de la ilusión de nuestros sentidos. Nos fiamos siempre de nuestros ojos, los cuales se equivocan á menudo. Hay que recurrir á menudo á la razón para ver las cosas tales como son. Juzguemos por lo siguiente :

En el mes de Agosto de 1906 uno de mis amigos se embarcó en el Havre, á media noche en el vapor « Colombia », que iba á Southampton. El cielo estaba muy puro y la mar en perfecta calma. Sin embargo la travesía era larga (ocho horas) y nuestro viajero temía que el elemento líquido exigiera de él un impuesto que, si en verdad es poco costoso, es siempre desagradable, y siguiendo los consejos de otros pasajeros se fué á su camarote y se acostó. No podía dormir y entonces abrió un libro cuya lectura le interesó mucho y siguió leyendo sin preocuparse de las agujas de su reloj ni del movimiento del navío. Ninguna sacudida, ni el menor balanceo le indicaba el desalojamiento del buque sobre las aguas. Nuestro lector acabó por olvidarse de que estaba á bordo de una embarcación que bogaba en plena mar y meditaba en su lectura, cuando derrepente un grito agudo lo hizo dar un salto. Era la sirena del navío. Volviendo á la realidad, el viajero saltó de su cama, se vistió violentamente y salió de su camarote sin poder explicarse la causa del tumulto que oía afuera. Llegó al puente y vió que el barco se había detenido al lado de un muelle. Preguntó de qué se trataba y supo, no sin admiración, que ya había llegado á Southampton y que estaba en Inglaterra, sin haberse dado cuenta de ello.

No podía creer lo que sus ojos veían ni lo que sus oídos

1. Los hermanos Montgolfier, fabricantes de papel en Annonay, — José Montgolfier (1740-1810); Esteban Montgolfier (1746-1799).



escuchaban. Desde el fondo de su camarote no había visto las costas de Francia que se alejaban á medida que el navío avanzaba; para él el paisaje no se había modificado; el aspecto del interior de su camarote era el mismo á la partida y á la llegada y el movimiento del buque sobre el mar, tranquilo como un lago, había sido tan regular que el viajero había perdido la noción del desalojamiento.

Este fué un caso muy raro sobre las ondas tan comúnmente agitadas en el Canal de la Mancha. En un camino de fierro se experimenta algunas veces una sensación análoga. Supongamos que estamos cómodamente sentados en un tren. Hace mucho calor y bajamos las cortinillas para protegernos de la intensa luz. Entonces no vemos más que el interior del carro : los otros pasajeros, nuestros vecinos, los diversos objetos que el tren lleva consigo, y notamos que permanecen siempre en la misma posición con relación á nosotros. Si el movimiento es suave, y si vamos conversando, nada nos hace comprender que devoramos el espacio. Todo parece inmóvil. Al contrario si levantamos las cortinillas para mirar hacia afuera, todo cambia. Vemos pasar velozmente los árboles, los campos, las casas, las aldeas, etc. Desfilan ante nuestros ojos y después se pierden rápidamente detrás de nosotros. Esta apariencia no nos ilusiona, porque sabemos que en realidad nosotros somos los que caminamos; pero en una estación si dos trenes están detenidos en dos vías paralelas y uno comienza á andar, los pasajeros de éste esperan estar fuera de la estación para saber si realmente están en movimiento, mientras que los pasajeros del tren detenído no se convencen de su inmovilidad hasta que el otro ha desaparecido.

De estas observaciones deducimos que los objetos arrastrados por el mismo movimiento parecen inmóviles, de suerte que si solo á ellos se les ve, no se apercibe uno de su movimiento, y se cree uno inmóvil también mientras que los objetos realmente inmóviles parecen moverse en sentido contrario al de nuestra dirección.

La Tierra no rueda sobre una superficie líquida ni sobre



rieles; por lo tanto como en su rotación diurna arrastra con nosotros á todos los objetos fijos en su superficie, las casas, los bosques, todos los seres, las aguas del Océano, las nubes, y aun la capa de aire que la rodea, resulta que estamos sobre la Tierra en la situación del viajero que va en un tren de vapor ó que navega en un buque.

Un globo que se eleva en los aires gira con la Tierra, porque la atmósfera gira con ella y le permanece adherida.

Por otra parte como la Tierra es un vehículo muy perfeccionado, que camina sin saltos, sin choques y sin ruido, nada nos hace sentir su movimiento, y se podría dudar de él si no fuera por las pruebas irrefutables que tenemos de ese movimiento.

§ 15.

La Tierra es una bola.

Los grandes descubrimientos que han revolucionado las ideas de la humanidad jamás han sido aceptados sin resistencia y sus autores casi siempre han sido perseguidos por la ignorancia de sus contemporáneos. La historia está llena de ejemplos que apoyan esta verdad. Así, pues, ya nos podremos figurar de qué manera fueron acogidos los sabios que primera vez se atrevieron á decir que la Tierra giraba.

Si Copérnico escapó á las críticas que ciertamente lo hubieran hecho por su teoría del movimiento de la Tierra, fué porque él murió justamente el día mismo de la publicación de la obra inmortal en la cual proclamaba su opinión. De una manera muy hábil el canónigo polaco no la presentó como una hipótesis. Pero cerca de cien años más tarde Galileo [1] pagó con la pérdida de su libertad y de su tranquilidad su fe en la doctrina de Copérnico, y tuvo

1. Galileo, astrónomo italiano; nació en Pisa en 1564, murió en Arcetri, cerca de Florencia, en 1642.



que abjurar de esta fe científica delante del tribunal de la Inquisición.

Antes de Galileo, antes de Copérnico, el movimiento de la Tierra se había supuesto, pero las pruebas eran insuficientes para adoptarlo.

Y desde luego antes de afirmar que la Tierra giraba sobre sí misma, se necesitaba explicar de qué manera giraba, y para esto había que definir su forma, cosa de la que no se tenía idea exacta en la antigüedad, aunque Pitágoras había ya afirmado la esfericidad, y su Escuela había enseñado el movimiento diurno.

La Tierra no gira sobre sí misma como un niño que da vueltas sobre las puntas de sus pies, porque al contrario de la antigua opinión, no reposa ni sobre pies, ni sobre columnas, ni sobre pilares, ni sobre nada.

Rueda como una canica que resbala sobre el suelo. Se la puede comparar con una mandarina, con una naranja, con un globo, con cualquier objeto que tenga la forma de una bola.

Es esta una realidad que no está de acuerdo con las apariencias. La Tierra nos parece plana; la base de las colinas, de las montañas y todas las asperidades del suelo parece que reposan sobre una superficie indefinidamente plana, absolutamente como un pastel ó una fruta forma relieve sobre el plato, sin que por esto el esmalte del plato sea menos unido ó menos liso. Arriba de nuestras cabezas el cielo es como una inmensa cúpula ora azul, ora gris, que baja hacia la tierra redondeándose en el contorno y según un círculo máximo aparente que llamamos horizonte.

¡Pura ilusión! Pero como no debemos afirmar nada que no podamos probar, tomemos un globo cualquiera y veamos si podemos producir algunos efectos que reproduzcan, en miniatura, ciertas apariencias observadas sobre la Tierra y que confirmen su forma redondeada.

Peguemos en la superficie de una naranja ó de un globo, pedacitos de lacre de distintos colores, separados unos de otros por un pequeño espacio. Será un juego para



el niño hacer estos preparativos. Si ponemos esta bola á cierta distancia de nuestros ojos, notaremos que no todos los pedacitos de lacre son visibles. Sabemos que están en toda la superficie de la bola, porque nosotros mismos los hemos puesto, y sin embargo no vemos aquellos que están fuera de un círculo que limita nuestra vista. ¿Por qué estos no son visibles? Es porque la superficie de la bola es redonda, y la superficie curva, flexionándose más allá del círculo que limita nuestra vista, nos oculta los objetos.

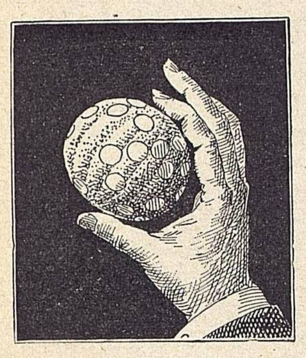


Fig. 20. — Imagen de la Tierra.

Este círculo, en la Tierra, es el horizonte, cuya extensión varía según la altura del observador.

Si en lugar de hacer la observación precedente sobre una superficie curva, sobre un globo, la hacemos sobre una superficie plana, sobre la mesa ó sobre el piso, podremos diseminar los pedacitos de lacre por centenares, sin perder de vista uno solo.

Sobre la Tierra, vemos á nuestro rededor los objetos, las casas, los árboles, etc., hasta el horizonte. Sabemos que hay otros países, otras ciudades, otros objetos más allá del círculo que limita nuestra vista.

¿Por qué no los vemos? Es absolutamente por la misma razón por la que no podemos ver los pedacitos de lacre más allá de cierto límite sobre la naranja ó sobre el globo; es porque la superficie de la Tierra es redonda y que su curvatura lleva los objetos más allá de la línea del horizonte. Si la Tierra fuera plana, como parece, no había razón para que no pudiéramos ver, desde un punto despejado, un poco alto, las ciudades lejanas y las montañas diseminadas sobre esa superficie.

Sin embargo, no nos vamos á conformar con esta única prueba. Busquemos otras.



Imaginemos que la bola que tenemos en la mano es la Tierra. Un intrépido « andador » le va á dar la vuelta.

Representemos nuestro viajero, sea por un soldado de plomo, sea por un muñequito de cartón ó de porcelana, sea sencillamente por un alfiler.

El viajero partirá de un punto situado exactamente en el punto opuesto á la parte del globo volteado hacia los ojos del pequeño observador. Hagámosle avanzar lentamente hacia nosotros, con los píes apoyados sobre la bola. El alumno notará que el objeto no queda totalmente visible desde su aparición. La cabeza aparece primero, después el tronco, y los pies al último. Si hacemos caminar al muñequito hacia atrás, los pies serán los que primero desaparezcan, y la cabeza, la última.

En la Tierra observamos un fenómeno semejante, y un navío, al alejarse de nosotros, en el mar, comprueba la curvatura de la Tierra. Llegando á la línea azul que parece formar la línea de separación del cielo y de las aguas, semeja estar apoyado en el horizonte. Un poco después desaparece su parte inferior.

El casco del navío se hunde bajo la línea del horizonte, después desaparece el puente, y las puntas de los mástiles es lo último que se deja de ver. Al contrario, si la embarcación se aproxima á la playa, son los mástiles más elevados los que primero aparecen en el horizonte, y los barandales, el puente y el casco aparecen al último. Si la superficie de los mares fuera plana, todo el navío permanecería visible, sea que se aproximara ó que se alejara. No sucede así porque la mar es redonda lo mismo que la tierra firme, y el mismo efecto se produce en todas direcciones, de donde se deduce que la tierra es esférica (en forma de *bola*).

Reanudemos nuestras observaciones con la naranja, marquemos el punto de partída del viajero por medio de una cortadura en la cáscara de la fruta, y veremos que dirigiendo al muñequito siempre en el mismo sentido, sea á la derecha ó á la izquierda de la señal, llegará de nuevo al punto de partída, después de haber dado la vuelta á la



naranja. Ahora, atrevidos navegantes han dado la vuelta á la Tierra. Han encontrado en su camino continentes que les impedían el paso, pero siguiendo el contorno de esos obstáculos, han podido completar la vuelta al globo y volver al puerto por el lado opuesto á aquel por donde partieron.

Los buques de Magallanes[1] fueron los primeros que consiguieron llevar á cabo esa audaz empresa, después de haber navegado durante tres años, en una época en que el Océano estaba casi inexplorado. Ahora las rutas marítimas son conocidas, y gracias á la ayuda de los caminos de fierro y de los buques de vapor, se puede dar la vuelta al mundo en menos de dos meses. Los viajeros que han recorrido el globo en todos sentidos, tienen siempre, ante su vista, lo mismo que nosotros, terrenos más ó menos accidentados, que representan, en su conjunto, una superficie plana. Solamente, caminando siempre en el mismo sentido, han vuelto á su punto de partida y esta es una prueba irrefutable de la redondez de la Tierra.

Vivimos, pues, sobre una inmensa bola, y esta bola gira sobre sí misma en 24 horas alrededer del Sol.

§ 16.

El eje del globo y los dos polos.

Se toma cualquiera esfera para representar la forma de la Tierra, como una bola de billar, un globo, una bola de boliche, una manzana, naranja ó mandarina. Éstas últimas tienen sin duda mejor éxito, porque en la tierna edad, la tentación de un hermoso fruto dorado contribuye un poco á atizar el fuego científico del discípulo y si este último sabe que nuestras observaciones celestes en un salón pueden conducir á la consumación del fruto que á él le gusta, pensará que la Astronomía es una ciencia muy de su agrado

1. Magallanes, navegante portugués (1480-1521).



y le tomará cariño. Pero sobre todo no le hagamos lo que el avaro que decía todos los días : « Si comes bien tu sopa, yo te daré en recompensa un vaso de buen vino ». Y movía entre sus manos la botella tentadora, aspirando su aroma, hacía que la bebía y por último sorbía el poco apetecible líquido premio de su promesa. Solamente que en la última cucharada, él volvía á exclamar : « Ah! tú has comido tu sopa para probar en seguida del néctar? ¡Vaya! No eres más que un goloso y, para castigarte, no se te dará vino! »

Un procedimiento semejante con los niños vuelve inútiles todos nuestros esfuerzos, y seríamos los primeros castigados. No olvidemos que nuestras sesiones astronómicas deben ser esperadas, deseadas como ratos de placer. Sobre la mesa se encuentra, como de casualidad, una mandarina y precisamente tenemos en la casa una aguja de tejer, de acero. Jugando con el niñito, taladremos la mandarina, cuidando de que pase bien por el centro. Cosa curiosa, esta aguja marca precisamente la dirección de una línea que se llama el eje de la esfera. Arrimemos el fruto hacia nosotros de manera que veamos la parte superior exactamente de frente y hagamos girar la aguja entre nuestros dedos de derecha á izquierda : la bola gira sobre sí misma alrededor de su eje de rotación. Así es como se efectúa la rotación de la Tierra.

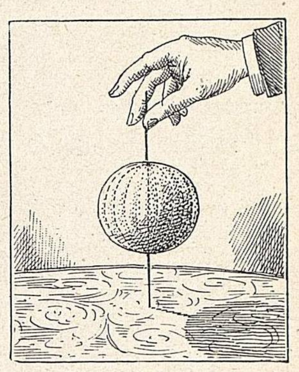


Fig. 21. — Imagen del eje de rotación.

Solamente que el eje de nuestro globo no existe en realidad más que como el eje de una bola de *croquet* que rueda sobre el suelo, la cual, como cualquiera otra bola, gira sobre su eje. Cuando este es invisible, se le llama imaginario, pero matemáticamente existe siempre.



Los dos puntos en que este eje, figurado por la aguja, taladra la superficie de la bola se llaman los dos *polos*. Notemos que la mandarina está sensiblemente aplanada en los dos polos (punto de unión de la varilla y punto opuesto), es por esto por lo que la hemos escogido de preferencia como ejemplo, pues lo mismo pasa con la Tierra en un grado inferior. Presenta también una depresión, un aplanamiento en las regiones de sus dos polos.

He aquí nuestro arsenal astronómico aumentado con nuevos conocimientos muy importantes, sabemos que la gran bola en que vivimos gira sobre su eje, el cual termina por un lado en el Polo Norte, llamado también boreal ó ártico y el otro lado en el Polo Sur, austral ó antártico.

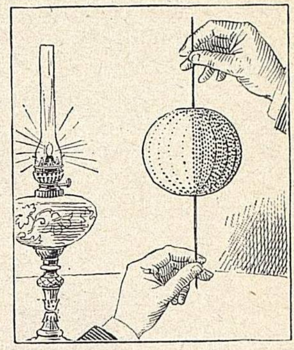
§ 17.

Consecuencias del movimiento de la Tierra; la noche sucede al día y el día á la noche.

Es de noche. Sólo una lámpara, colocada sobre la mesa, ilumina la pieza. ¿Porqué no la consideramos como el Sol puesto que ilumina durante las horas nocturnas? Coloquemos algunos pedacitos de lacre, en la superficie de nuestra mandarina taladrada por una aguja; representarán los diversos países del mundo, los azules y los verdes quedarán reservados á los mares. Tengámosla á alguna distancia frente á la lámpara; solamente un lado de la bola estará iluminada, la que se encuentra hacia la lámpara; la otra está oscura, está en la sombra. Si la Tierra estuviera inmóvil y el Sol también, se encontraría la Tierra en una situación análoga : la mitad de nuestro globo estaría constantemente iluminado por la luz solar y la otra perpetuamente sumergida en la oscuridad profunda. En lugar de las alternativas del día y de la noche, habría día eterno de un lado mientras que las tinieblas sin fin reinarían en el otro. Pero la Tierra gira.



Para indicar este movimiento, hagamos girar entre nuestros dedos la aguja que representa el eje de la bola, de tal manera que sus polos estén en el límite de la sombra y de la luz y que la mandarina gire delante de la lámpara de derecha á izquierda en sentido contrario de las agujas de un reloj. Si se observan sucesivamente los pedacitos de lacre se nota que sufren todos las mismas alternativas de sombra y de luz. Ahora bien, lo mismo sucede con la Tierra delante de la gran lámpara de los cielos. Girando sobre sí misma presenta sucesivamente todas sus comarcas á los rayos del astro refulgente. Cuando nuestro país pasa delante del Sol, tenemos el día. Á nuestro derredor la vida se manifiesta en su mayor actividad. Va y viene uno, trabaja. Se oyen voces, risas, cantos, llantos. Durante este tiempo en el lado de la Tierra exactamente opuesto al nuestro, domina la noche en la naturaleza. Se duerme, se reposa; está uno en el silencio, y la inacción. Un poco más tarde, seremos á nuestra vez arrastrados á la sombra; estaremos en la tarde, después en la noche, mientras que otros pueblos verán el Sol salir, ascender en el cielo, iluminar sus campos, sus campiñas.


Fig. 22. — Imagen del movimiento de rotación de la Tierra.

De esta manera la actividad humana no descansa por completo en el mismo momento en el globo entero, sino que se modera de un lado para reanimarse en el otro. Á causa de la forma redondeada de la Tierra no todos los países pueden tener al mismo tiempo el día ó la noche, es decir recibir todos á la vez los rayos del Sol; inevitablemente, cuando un lado tiene el día, el otro tiene la noche, pero gracias al movimiento de rotación de nuestra esfera, todas las regiones terrestres atraviesan alternativamente la luz y la sombra, el día y la noche.

§ 18.

Las burbujas de jabón.

Es un juego encantador y muy inocente el de soplar burbujas de jabón con pipas de arcilla. El agua jabonosa se lanza al aire en forma de burbujas transparentes que vuelan á distintas alturas, irizándose con los más hermosos

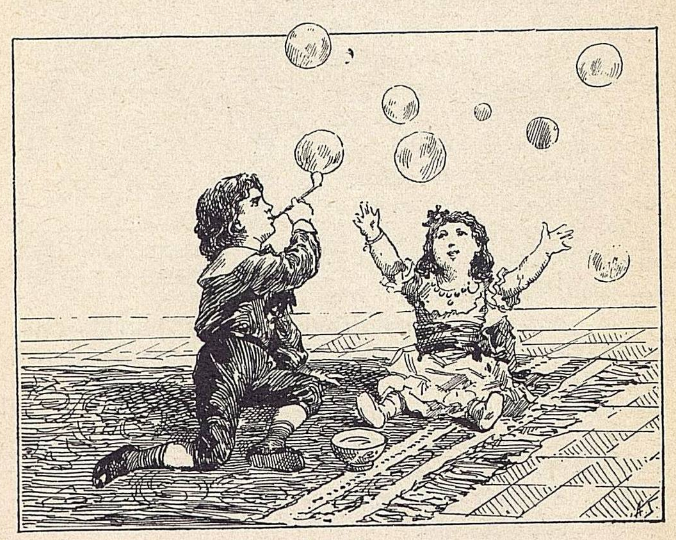


Fig. 23. — Las burbujas de jabón.

colores, producidos por la descomposición de la luz solar.

Esas burbujas nos hacen pensar en la inmensa esfera en que vivimos y la que, también iluminada por el Sol, flota en el espacio, aislada por todas partes y sin reposar absolutamente sobre soporte alguno. Y de esto estamos ciertos; repetimos que todos los viajeros que han dado la vuelta al mundo, no han encontrado jamás, en cualquier sentido en que hayan viajado, ni pilares, ni columnas, ni



soportes de ningún género. El globo terrestre está sostenido en el vacío inmenso por una *fuerza* prodigiosa, pero invisible.

La burbuja de jabón, frágil y ligera, vuela al capricho de la casualidad, se mece aquí, se mece allá. Es un soplo que un soplo destruye. Muy diferentes son las condiciones de la Tierra. Hija del Sol, le obedece, y es él quien la guía. La Tierra gira sobre sí misma más ágil aún que la burbuja de jabón, á pesar de sus grandes dimensiones, y sobre esa esfera giratoria, estamos colocados á manera de pequeñas hormigas que caminaran sobre un enorme globo que viajara á través del espacio. Solamente que, en relación con el tamaño de la Tierra, somos mucho más pequeños que hormigas paseando sobre un globo.

Un gran número de personas — y todos los niños — creen que el globo terrestre ocupa un lugar inmenso en el espacio. Partiendo de este hecho, se forman ideas falsas acerca de las dimensiones de la Tierra, sea por comparación con los otros astros que conocemos, sea con relación á nosotros mismos y á los objetos que nos rodean.

Todos pensamos, con razón, que la Tierra es una bola muy grande; sin embargo, en realidad es más pequeña de lo que muchos creen.

Por ejemplo, muchos empleados ú obreros se van á pie todas las mañanas á su oficina ó á su taller, vuelven á pie á su casa para almorzar, regresan á su trabajo, y vuelven al lado de su familia á la hora de la cena, haciendo todos los viajes, á pie, bien por cuestión de higiene ó por economía. Ahora bien, si suponemos que la habitación está á 2 kilómetros de su lugar de trabajo, diariamente andarán 8 kilómetros, lo que dará 2 000 kilómetros al año, teniendo en cuenta las vacaciones, los días de fiesta, los períodos de enfermedad y los casos excepcionales en que se ve uno obligado por el mal tiempo ó por el cansancio á tomar el ómnibus ó el ferrocarril.

Al cabo de 20 años de servicio administrativo, esos empleados, algunos de los cuales no han salido jamás de su villa natal, han recorrido *40 millones de metros*. Esta



es justamente la longitud de un *meridiano* terrestre, es decir de un círculo máximo que da la vuelta á la tierra pasando por los dos polos; ó, si se prefiere, es la medída del contorno del globo. Si se pudiera dar la vuelta al mundo por el camino más corto, por un camino perfectamente plano y andando siempre de frente, sin desviarse á derecha ó izquierda, habría que recorrer 40 millones de metros :

40 000 000 de metros,

para volver al punto de partida; pero las asperezas del suelo, las montañas, los océanos, no permiten ir en línea recta cuando se pretende dar la vuelta al mundo.

No es el metro, ese objeto usual que se encuentra en todas las habitaciones y en todas las casas de comercio, lo que ha servido para medir el meridiano terrestre; por el contrario, es ese círculo máximo el que ha determinado la longitud del metro, el cual es la diez millonésima parte del cuarto del meridiano terrestre.

Poniendo extremo con extremo diez millones de esos metros de hule que usan las costureras, tendríamos la longitud del cuadrante del meridiano terrestre, y se necesitarían cuatro veces ó sean 40 millones para dar la vuelta completa al globo.

Esto es considerable; pero si cada uno de nosotros se toma la molestia de contar el número de kilómetros que camina en su vida, varias personas encontrarian, como ya lo dijimos, que han andado á pie un número de metros mayor que la medida de la circunferencia terrestre.

Yo conozco un cartero que, todas las mañanas, para distribuir la correspondencia en su zona, cuyos habitantes están diseminados en un vasto espacio, camina 10 kilómetros (diez veces mil metros) como mínimo, ó sean 3 650 kilómetros por año. Entró al servicio postal cuando tenía 20 años de edad. Actualmente tiene 53. Por lo tanto en 33 años de trabajo, sus piernas han recorrido una longitud suficiente para dar más de tres vueltas alrededor de la Tierra, á pie!

El globo en que vivimos es colosal si se compara con una



naranja, con un globo ó con cualquiera bola de las que vemos en su superficie. Pero, demostraremos más tarde

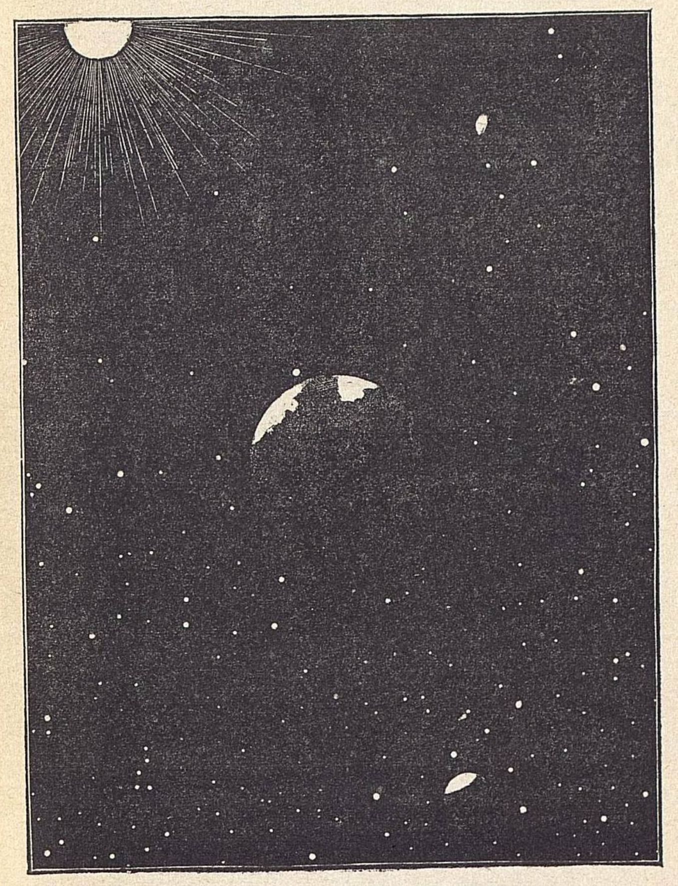


Fig. 24. — Aislamiento de la Tierra en el espacio.

que, con relación á otros cuerpos celestes, es muy pequeño. Por lo tanto, estamos obligados á hacer un gran esfuerzo de imaginación para figurarnos la esfera terrestre, flotando

en el espacio, arrastrando y haciendo girar todo lo que está adherido á su superficie, las nubes, las montañas, los mares, los seres, como una bola que rueda sobre el suelo arrastra los granos de arena y las gotas de agua que se pegan á su superficie durante su trayecto.

No causemos una tensión muy grande en el cerebro del niño, cuya educación nos ha sido confiada; que se represente el aspecto, las dimensiones del globo terrestre como un espíritu infantil ó unos ojos jóvenes que jamás han visto algo que pueda representar un astro; es decir un cuerpo formidable relativamente al tamaño del hombre. No le exijamos mucho, y para divertirlo, recurramos á objetos menos colosales.

Tomemos una mandarina ú otra fruta redonda y cortémosla exactamente por la mitad; pongamos las dos mitades sobre la mesa, de modo que el interior de la fruta quede dirigido hacia nosotros. Por simple curiosidad, midamos el ancho de la parte que nos vamos á comer; es decir, tomemos la medida del *diámetro*[1].

Si se pudiera cortar la Tierra por la mitad, á igual distancia de los dos polos, se encontraría que su diámetro era de 12 742 kilómetros.

Los carretes de hilo de coser nunca faltan en una casa en donde hay un niño. Si hay un carrete con 500 metros de hilo, medida que es común, se podría enseñarlo al niño y decirle que habría que desenrollar más de 25 000 carretes iguales para tener la medida del diámetro terrestre.

§ 19.

Condición de los seres en la superficie de la Tierra; el viaje de Chocolate.

Chocolate es un valiente negro, muy sociable, y de una intelectualidad muy superior á la de sus semejantes.

1. Véase *Iniciación matemática*, por M. A. Laisant, nº 42.



Nació en Nueva Zelandia y ha recibido de los europeos que viven en su país una instrucción elemental de la que ha sabido sacar provecho para reunir una fortuna regular.

Después de largos años no tenía más que un deseo, reunir el dinero necesario para emprender un largo viaje y visitar « el otro lado de la bola » (así se expresaba hablando de la Tierra). Se le había enseñado que la Tierra es esférica y que hay en su derredor, sea el agua de los mares, sea continentes con montañas, planicies, ríos, bosques, campos, ciudades, hombres, animales, objetos de todas clases, y esta idea le preocupaba mucho.

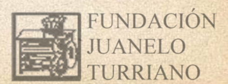
« Como nosotros andamos con los pies para abajo y la cabeza para arriba — decía algunas veces á su familia — los « blancos » que viven del otro lado del globo, en las regiones exactamente opuestas á las nuestras, deben tener la cabeza para abajo y las piernas en el aire. » Esta idea excitaba en él una suave alegría. Había consultado este asunto con algunos europeos que vivían cerca de él, y por toda respuesta se habían reído en sus narices.

No encontrando en ninguna parte una explicación satisfactoria, se decidió formalmente á economizar mucho dinero para ver con sus propios ojos cómo pasaban las cosas del otro lado. Habiendo oido hablar de la Exposición Universal de 1900, en la que todas las naciones estarían representadas, aprovechó esta ocasión para llevar á cabo su proyecto.

Un día abandonó sus bosques de cafetos y se embarcó para Francia, esperando ver en París, entre las numerosas exhibiciones, seres del otro hemisferio, de aquel en que, según sus ideas, andaban al revés.

Navegó mucho tiempo, y en cada escala, veía á todos los hombres de pie, como él. Al desembarcar en Francia vió que pasaba lo mismo : todo el mundo andaba con los pies en el suelo y la cabeza hacia arriba, como en Nueva Zelandia!

Para estudiar mejor la cuestión, examinó un día, con cuidado, un globo geográfico, sobre el cual notó que cierta región de la Francia es precisamente *antípoda* de la



Nueva Zelandia, es decir que tirando una línea recta que pase por el centro de la Tierra, una de las extremidades llegaría á un punto de la Nueva Zelandia y otra á la Francia. Ahora menos que nunca podía comprender cómo los parisienses podían sostenerse en el suelo lo mismo que él y sus negros compatriotas.

En las calles preguntaba á los hombres y á las señoras y lo creían loco. En la Exposición entró en los pabellones de todas las potencias extranjeras, esperando descubrir la clave del misterio. Juntos con los franceses encontró españoles, italianos, rusos, alemanes, turcos, rumanos, noruegos, americanos, africanos, asiáticos, japoneses, etc.; tipos de todas las razas humanas, y tuvo que convencerse de que en todos los países del mundo se anda de la misma manera, con los pies en el suelo y la cabeza hacia arriba. *Chocolate* tomó su cabeza entre las manos, creyó volverse loco, y temió que su cabeza era la que iba á ponerse á girar en lugar del globo terrestre.

Un día, al ir de paseo, vió en medio de un grupo de holgazanes, á un joven que exhibía sobre una mesa diversos objetos imanados con los cuales levantaba otros, de fierro, menos pesados. Este espectáculo lo divirtió mucho y habría querido comprar toda la mesa de chucherías, pero sus recursos comenzaban á disminuir y se contentó con la adquisición de un modesto imán de 25 céntimos, como los que se encuentran en todas las papelerías. Cuando esas pequeñas barras de acero imanado se aproximan á agujas, clavos, plumas de acero, tijeras pequeñas, etc., estos objetos, atraidos por el imán, se unen á él y no caen.

Esta notable propiedad del imán excitó vivamente la curiosidad al negro, y fué para él un rayo de luz, cuando se le dijo, poco tiempo después, que la Tierra actúa sobre nosotros como el imán sobre el fierro, que *atrae* y retiene á todos los seres y á todos los objetos en su superficie. Por otra parte, se le hizo notar que si todos los habitantes de la Tierra andan con los pies pegados al suelo y la cabeza para arriba, es porque en todos los países del



globo, ABAJO es la superficie del globo, y ARRIBA es el espacio inmenso que rodea á la Tierra.

Chocolate comprendió esto tanto mejor cuanto que una mañana al atravesar el puente del Carrousel, su pesado bastón resbaló de su mano y cayó al fondo del Sena. Como una aventura semejante le había sucedido en su país, exactamente en un punto del globo opuesto á Francia, comprendió que, en todos los países del globo, cuando un

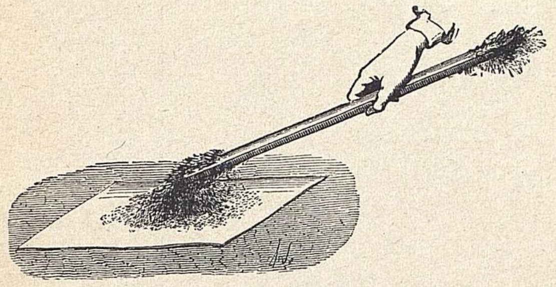


Fig. 25. — Barra de acero imanado.

objeto cae, va directamente hacia la Tierra, y esta dirección es la que llamamos ABAJO. Cuando un objeto que cae se detiene en la superficie del suelo, es porque hay un obstáculo que se lo impide; pero si, por ejemplo, el bastón de *Chocolate*, en lugar de caer al Sena, hubiera resbalado en un pozo de mina de 200, 300 ó 400 metros de profundidad, y si no hubiera encontrado obstáculo en su camino habría caido hasta el fondo.

Si se pudieran practicar al rededor del globo muchos pozos bien verticales (se sabe que la dirección de la vertical está indicada por el hilo á plomo, es decir por un hilo en reposo, suspendido libremente en el aire y restirado por un objeto cualquiera bastante pesado, fijo en su extremidad inferior) y bastante profundos, todas las cuadrillas de obreros acabarían por encontrarse en un mismo punto, que sería el centro de la Tierra. Es la dirección hacia la cual tienden todos los cuerpos :

hombres, animales, objetos, etc. Por consiguiente, para todos los habitantes del globo, *abajo es el centro* de la esfera terrestre, y *arriba* es el espacio.

Caer es sufrir la acción de una fuerza que llamamos la pesantez y que no es otra cosa sino la atracción ejercida por la Tierra sobre el cuerpo que cae.

El centro de la Tierra atrae á todo lo que existe en su superficie. He aquí por qué todos los seres tienen los pies dirigidos hacia el centro, y por esta misma razón las aguas terrestres no se escapan de las profundidades del Océano, ni del lecho de los ríos. ¿Dónde podría caer el elemento líquido si *abajo* es el centro del globo?

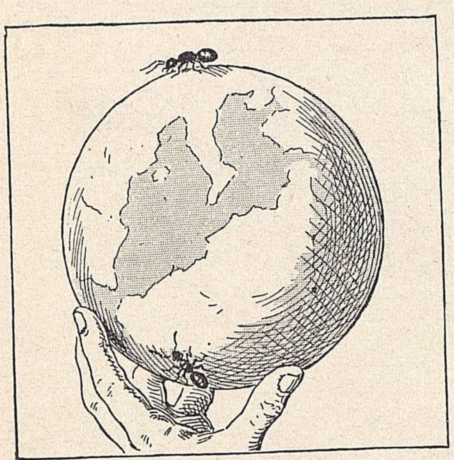
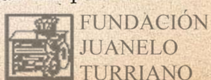


Fig. 26. — Abajo, es el interior del globo.

Dos hormigas que caminan alrededor de una bola tienen siempre sus patas sobre el suelo, lo mismo que si fueran antípodas, una de otra.

Se puede representar la condición de los seres en la superficie de la Tierra, encajando en una pelota de 5 céntimos, de las que tienen todos los niños, una cierta cantidad de alfileres diseminados en toda la superficie de la bola. Así es como estamos sobre la Tierra : las puntas de los alfileres — encajadas un medio centímetro — indican la dirección de nuestros pies; las cabezas de los alfileres están, como las nuestras, dirigidas hacia el espacio. Si se encajan los alfileres enteramente, no dejando asomar más que las cabezas, todas las puntas se



encontrarán en el centro (que es la parte baja de la bola). De la misma manera — como dijimos antes — los hombres que bajaran verticalmente en la Tierra se encontrarían en el centro, cualquiera que fuera el punto de partida de cada uno de ellos en la superficie del globo. Es claro que este experimento nunca podría hacerse, por varias razones! Una de ellas : por el calor y la presión en esos sitios, sería uno aplastado y volatilizado antes de llegar al fin.

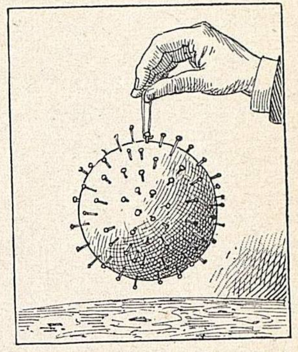


Fig. 27. — La pesantez está dirigida hacia el centro de la Tierra.

Por lo tanto, para todos los habitantes del globo terrestre, *abajo* es lo que queda en la parte inferior de nuestros pies, y *arriba* lo que está por encima de nuestras cabezas. Para el espacio absoluto no hay arriba ni abajo.

§ 20.

La división de la mandarina.

Un colegial era muy hábil en el arte de esculpir con un cortaplumas personajes grotescos en naranjas, castañas, manzanas, etc. Un día, su madre invitó á algunos de sus camaradas á pasar la tarde con el joven artista, quien deseaba lucir sus habilidades, tallando cáscaras y cortezas, y exhibió una serie de figuras muy divertidas á los ojos asombrados de sus compañeros. Todos aplaudieron, admiraron y felicitaron al escultor. Sin embargo, enmedio del entusiasmo de esa juventud turbulenta, uno de los concurrentes, el de mayor edad, declaró que ignoraba el arte de transformar una canasta de frutas en un museo de



escultura, pero que se encargaría de mostrar en una mandarina los pormenores geográficos de mayor interés. Tanta ciencia en un espíritu tan joven maravilló á la concurrencia. Un silencio solemne sucedió á las risas locuaces y fué enmedio de un profundo recogimiento como el « profesor » comenzó á hablar en estos términos :

« Esta mandarina es la Tierra; se ven los dos polos, aquí están marcados. Tomo la Tierra entre el dedo pulgar y el índice; el índice está sobre el polo Norte y el pulgar sobre el polo Sur. La línea recta que imagino va de un polo á otro es el eje de la Tierra, alrededor del cual gira. Con la punta de mi cortaplumas, á igual distancia de los polos, trazo un círculo máximo que da la vuelta á la fruta. Este círculo es el *ecuador*. Divide á la Tierra en dos partes iguales : son los dos *hemisferios*; el hemisferio *norte* ó *boreal*, que contiene el polo Norte; el hemisferio *sur* ó *austral*, que contiene el polo Sur. Hago más profunda la traza del ecuador á través de la cáscara y marco también el ecuador en la carne de la fruta; cuando, llegado el momento oportuno, quito la cáscara, veremos todavía el ecuador.

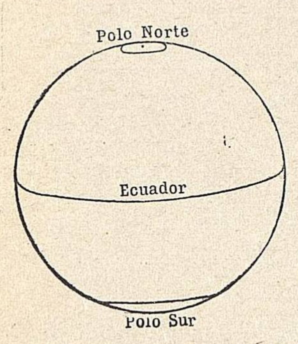


Fig. 28. — Los dos hemisferios.

« Sobre la Tierra, el ecuador no está marcado por una huella ni por una línea; pero los puntos que marcan su lugar existen realmente, y los países que están situados sobre esos puntos se encuentran, efectivamente, á igual distancia de los polos. »

Aquí, el joven orador fué interrumpido por su joven auditorio, que le preguntó si esos países ecuatoriales tenían algún privilegio sobre los otros del globo; uno de los circunstantes quiso saber si pasaba el ecuador por Francia « porque — añadió — sería curioso saber que se encontraba uno sobre esa línea, aunque sea imaginaria ».



El conferencista respondió que la Francia y los otros países del mundo no tenían por qué estar celosos de los del ecuador, en vista de que cada punto del globo no solamente tiene un círculo sino dos. « Lo vais á ver. He aquí un punto donde encajo la hoja de mi cortaplumas. Es París. Por esta ciudad y por los dos polos hago pasar un círculo máximo que marco con una incisión y que da también la vuelta entera á la Tierra cortando al ecuador en dos puntos. Este es un *meridiano*. Es el meridiano de París. Veis

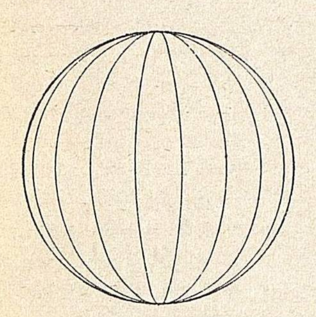


Fig. 29. — Meridianos ó círculos de longitud.

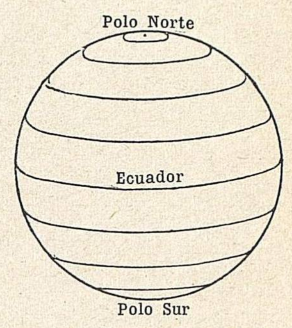


Fig. 30. — Paralelos ó círculos de latitud.

que queda dividido en cuatro partes iguales por los dos polos y por el ecuador; yo tomo el que parte del polo Norte, pasa por París y llega al ecuador; se le ha dividido en 90 partes iguales; no las trazo porque me tardaría mucho; pero ustedes se las imaginan. También os podéis figurar que partiendo del ecuador, donde marco cero, hemos podido numerar todas las divisiones 1, 2... hasta el polo Norte, que llevará el nº 90.

« Ahora, por cada división hacemos pasar un círculo paralelo al ecuador; estos círculos que van siendo más pequeños á medida que se dirige uno á los polos se llaman *paralelos* ó *círculos de latitud*. Hay el mismo número del lado Norte que del lado Sur; y el 90° de un lado ó de otro, será el mismo polo, es decir un simple punto. Paris está casi en el nº 49; su círculo de latitud tendrá el mismo



número; se dice entonces que la latitud de París es de 49°; ó bien que París está situado á los 49° de latitud Norte.

« Como ya lo había anunciado, vemos que París está en posición de dos círculos : un meridiano y un paralelo, y esto que decimos de París se puede decir de cualquier otro punto del globo. Sobre la mandarina, yo puedo marcar algunos círculos de latitud, por ejemplo 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 sin necesidad de dibujarlos completamente con mi cortaplumas. En cuanto al ecuador todos sus puntos tienen por latitud 0.

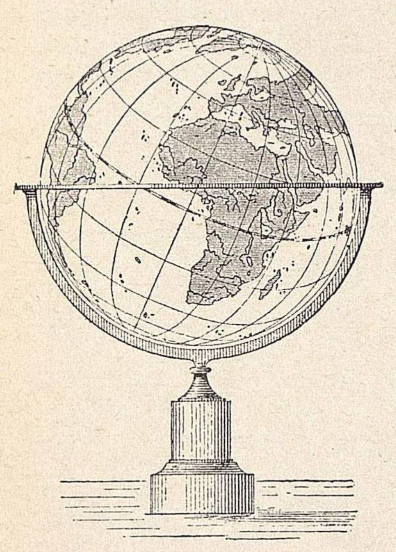


Fig. 31. — Espesor terrestre.

« Así — continuó — vemos que la Tierra está dividida en zonas de latitudes iguales; por regla general, las más calientes son las que están más cerca del ecuador, y es por ahí por donde viven los negros. Las regiones de los polos están, por el contrario, heladas, y los polos son inaccesibles, hasta ahora (bien que yo los tengo bajo mis dedos).

« Pero no es esto todo. Nuestra mandarina nos va á revelar otras maravillas. Quito la cáscara. Como ya lo esperábamos, el ecuador está marcado por la huella de mi cortaplumas; pero he aquí á los meridianos dibujados por la naturaleza, pues la fruta está dividida en gajos bien separados. Los contaremos : hay doce casi iguales.

« Veamos nuestro ecuador. Aquí está el punto donde lo corta el meridiano de Paris. Á partir de aquí, lo supongo dividído en 360 partes iguales y yo numero los puntos de división, de 1 á 180 dirigiéndome á mi derecha, ó sea



hacia el Este, y de 1 á 180, hacia mi izquierda ó sea hacia el Oeste. Los dos números 180 se encuentran justamente en el punto opuesto al de partida. Al llegar al 30, estaré al fin del primer gajo de la mandarina, tanto de un lado como de otro, y numeraré también de la misma manera las mitades de los meridianos que pasan por los puntos de división. Vemos que las líneas de división de nuestros gajos quedan numeradas 30, 60, 90, 120, 150, 180 hacia el Este y lo mismo hacia el Oeste. Las dos líneas numeradas 180 no forman más que una [1].

« Tomemos sobre la Tierra un punto cualquiera, por ejemplo Valparaíso, en la República de Chile. Está sobre un paralelo del hemisferio austral, numerado 33, y sobre un meridiano, al oeste de París, marcado 74. Entonces decimos que la latitud de Valparaíso es de 33 al Sur, y su longitud de 740 al Oeste, y estos dos números permiten averiguar dónde está colocado Valparaíso. Las *longitudes* son los números de los meridianos.

« Los geógrafos y los astrónomos no se contentan con esta división en grados, los que resultan de dividir la circunferencia de un círculo cualquiera en 360 partes iguales; dividen el grado en 60 partes iguales llamadas *minutos* de arco, y el minuto lo dividen en 60 partes iguales llamadas *segundos* de arco. Cuando caminando al Norte ó al Sur, avanzamos 31 metros, hemos aumentado ó disminuido nuestra latitud en 1 segundo. Pero en nuestra mandarina no deseamos alcanzar esa precisión. Al punto á que hemos llegado, lo mejor que debemos hacer, para terminar, es dividirnos la Tierra y comérnosla. Tomaremos cada uno 60° de la bola, en longitud, lo que nos dará dos gajos de 30° y las partes serán iguales. »

Así se hizo; y el auditorio atestiguó que era capaz de *comprender* la Astronomía.

El precoz profesor había olvidado, sin embargo, algunas observaciones útiles. Una de ellas es que se puede partír de un meridiano cualquiera (no nada más del de París)

1. Ver la figura 32.



para contar las longitudes y que (desgraciadamente) las naciones llamadas civilizadas no han llegado todavía á ponerse de acuerdo en este punto. En segundo lugar se podía dividir el círculo en más de 360°. En efecto, los fundadores del sistema métrico habían propuesto dividir el círculo en 400 partes iguales llamadas *grados*, en lugar de dividirlo en 360. En fin, si la mandarina hubiera tenido las dimensiones de una calabaza grande, la división equitativa en partes de 60° habría conducido á resultados perjudiciales para los estómagos de los jóvenes consumidores.

Un grado puede ser más grande ó más pequeño en longitud, según las dimensiones del círculo sobre el cual se cuenta; ya dijimos que hablando de las latitudes terrestres un segundo equivale á 31 metros. Si se considera el mismo ángulo en la superficie de una mandarina grande, en lugar de 31 metros, tendríamos una longitud menor de un milésimo de milímetro.

La división del círculo, la medida de los ángulos, como se dice en Geometría, viene á confirmarnos una vez más en la verdad que dice que « todo es relativo en este mundo ». Nada es grande ni nada es pequeño, sino en relación con otra cosa. Un niño es pequeño, decimos á menudo; pero es colosal con relación á una pulga. La Tierra es enorme comparada con un hombre; pero es un pequeño guisante comparada con el Sol, y es menos que un granito de polvo delante de todo lo que conocemos del Universo.

La Astronomía no cesa de darnos útiles lecciones bajo este punto de vista; entre otros méritos tiene el de que nos enseña á ser modestos delante de la inmensidad que nos rodea.



§ 21.

Las horas. — Dónde se puede encontrar el mediodía á las catorce horas.

Bidard acababa de ganar el premio gordo de la lotería de 100 000 francos.

El sorteo tuvo verificativo en París al mediodía y el primer pensamiento del feliz agraciado fué telegrafiar la buena noticia á su hijo radicado en América. Expidió su mensaje á las 12 y media. Pero cuál no sería su estupefacción al recibir de Nueva York al medio día, un telegrama de felicitación indicando las once de la mañana como la hora en que se expidió! Así es que la respuesta había partido de Nueva York, no solamente antes que el mensaje de información hubiera sido formulado, sino lo que es más curioso, una hora antes que se hiciera el sorteo de la lotería, por consiguiente antes que la suerte hubiera designado al que ganó el premio mayor.

Bidard no comprendió lo que sucedía y creyó que se trataba de un sortilegio.

Este fenómeno es no obstante muy natural y vamos á explicarlo :

Para la distribución de las ocupaciones diarias, se ha reconocido desde una época inmemorial, la utilidad de dividir en veinticuatro horas el espacio de tiempo que la Tierra emplea en dar una vuelta delante del Sol.

¿Qué es una hora? Es una división arbitraria que representa el espacio de tiempo comprendido en la duración de la veinticuatro ava parte de una rotación terrestre. Por consiguiente, en una hora, la Tierra da la veinticuatro ava parte de una vuelta completa. Si nos imaginamos 360 meridianos colocados de grado en grado al rededor de la Tierra durante una hora, la veinticuatro ava parte de 360 grados ó sean 15 grados, habían pasado delante del Sol.

Cuando es medio día en un lugar cualquiera de la Tierra,



los relojes de una ciudad situada á 15 grados de longitud al este de ese lugar deberán marcar una hora después del mediodía, los que estén á 30 grados de longitud, dos horas. Es aquí donde podría uno ir para encontrar el medio día á las 14 horas. Al contrario, los relojes de una ciudad situada á 15 grados de longitud occidental no deberán indicar sino las 11 de la mañana y en otro punto situado á 30 grados, yendo siempre al occidente, no serán más que las 10. Así sucesivamente. Se puede seguir muy fácilmente la marcha de las horas en un globo geográfico, pero como no está al alcance de todo el mundo una pequeña esfera (omisión por otra parte sensible), se deberá suplir sirviéndose de una bola cualquiera en la que se trazarán 12 ó 24 líneas, según el volumen del globo elegido, dibujadas á distancias iguales unas de otras y marcando dos puntos diametralmente opuestos para indicar la posición de los dos polos.

Teniendo la bola atravesada por una aguja de tejer, pongámosla á alguna distancia de la vista, delante de una lámpara encendida, de manera que una de las líneas se encuentre precisamente en medio del hemisferio iluminado.

La luz alcanza exactamente su máximo de intensidad en la superficie de la bola, en la parte media del espacio iluminado, á lo largo del meridiano que se encuentra justamente frente á la lámpara. Relacionando en la imaginación este semicírculo sobre el globo terrestre, se ve inmediatamente que los países colocados en la Tierra á lo largo de esta línea, entre los dos polos, pasan exactamente en el mismo momento delante del Sol. Para todos es medio día al mismo tiempo. De ahí el nombre de meridiano, es decir mitad del día ó medio día dado á este semicírculo. Pero los países situados al este ó al oeste de un meridiano determinado tienen otra hora que es, por otra parte, fácil de calcular. En otros términos, los relojes de todas las ciudades situadas en un mismo meridiano deben, no importa en qué momento de la rotación diurna, estar de acuerdo entre sí, aun cuando estas ciudades estén separadas por millares de kilómetros en el sentido Norte Sur. He aquí porqué se



Fig. 32. — Meridianos, longitudes y horas contados de izquierda á derecha, de Oeste á Este.



da también el nombre de círculo horario al meridiano.

Por el contrario, dos ciudades situadas sobre un mismo paralelo no pueden tener exactamente la misma hora por más cerca que estén una de otra.

Nueva York está á 75 grados de longitud oeste (un poco más) de París. Se indicará el lugar de la gran ciudad americana en la superficie de una esfera en la cual se han trazado doce semicírculos de longitud ó meridianos haciendo una señal entre la segunda y la tercera línea á la izquierda del meridiano, que se supone ser el de París. Si se han dibujado veinticuatro meridianos sobre la esfera, Nueva York estará en el quinto semicírculo á la izquierda de París. En este ejemplo el Polo norte se colocará arriba como en las cartas geográficas.

Puesto que una diferencia de 15 grados de longitnd en la superficie del globo corresponde á una diferencia de tiempo de una hora, 75 grados ó cinco veces 15 grados corresponden á una diferencia de cinco horas.

Cuando es medio día en París, los relojes de Nueva York marcan solamente las siete de la mañana, y la Tierra debe girar todavía durante cinco horas (exactamente cinco horas y cinco minutos), para que el meridiano de la célebre ciudad de los Estados Unidos quede precisamente delante del Sol.

Cuando Bidard puso el mensaje á su hijo á la 12 y media no eran más que las siete y treinta y cinco minutos de la mañana en Nueva York, y como se transmitió en el espacio de tres horas, llegó á su destino á las diez horas treinta minutos de la mañana, tiempo de Nueva York. La respuesta expedida casi inmediatamente, salió en apariencia, de los Estados Unidos, antes de la hora en que se hacía en Francia el sorteo de la lotería. El reloj de la oficina telegráfica donde se depositó debe haber dado las 11 de la mañana cuando los relojes parisienses daban las cuatro de la tarde; pero para mayor uniformidad en las horas nacionales, cada país adopta ahora una hora convencional próxima á la hora real, calculada suponiendo que el globo terrestre esté dividido en 24 husos horarios de manera que



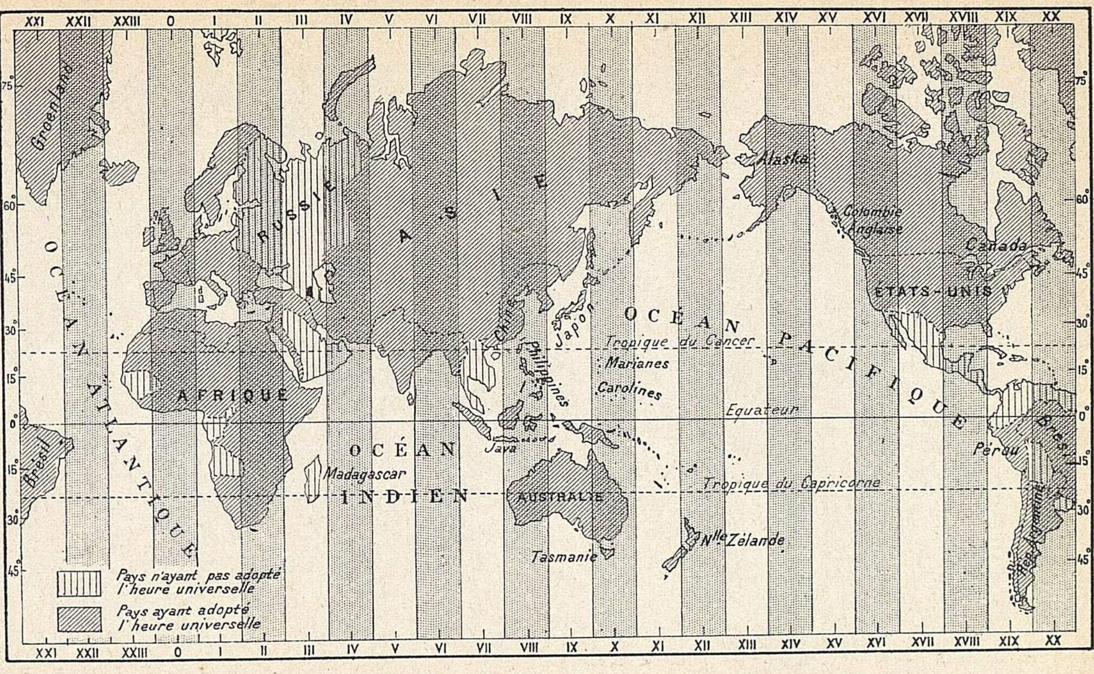


Fig. 33. — Las horas convencionales.

las diferentes horas indicadas por los relojes de los diferentes países no corresponden con rigorosa precisión á las diferencias de longitud.

Hemos elegido París y Nueva York en este ejemplo, pero se puede adaptar á cualesquiera otras ciudades del globo, con tal que haya entre ellas una diferencia sensible de longitud, y que se ayude uno del cuadro siguiente que da la posición de 26 puntos importantes, tomando el meridiano de París como punto de partida.

Cuando es medio día en París son en :

Roma.	12^h y 40^m	Islas Aleucianas. .	12^h y 45^m
Viena.	12^h y 56^m	Tananariva	$3^h 30^m$
	De la tarde.		De la mañana.
San Petersburgo. .	$1^h 52^m$	Honolulu	$1^h 20^m$
Suez.	2^h	San Francisco . . .	$3^h 41^m$
Teheran.	$3^h 16^m$	México	$5^h 14^m$
Boukara.	$4^h 3^m$	Nueva Orleans. . .	$5^h 50^m$
Delhi	5^h	Cuba	$6^h 21^m$
Irkoutsk.	$6^h 47^m$	Nueva York	$6^h 55^m$
Pekin	$7^k 37^m$	Québec	$7^h 6^m$
Tokio	$9^h 9^m$	Cabo Farewel . . .	$8^h 55^m$
Sydney	$9^h 55^m$	Lisboa.	$11^h 14^m$
Numea.	$10^h 56^m$	Madrid	$11^h 36^m$
Aukland (Nueva Zelandia).	$11^h 29^m$	Londres.	$11^h 51^m$

Si se quiere conocer la longitud en grados se recordará que hay tantas horas de diferencia entre el tiempo de dos países, como tantas veces 15 grados entre los meridianos de estos dos lugares. Examinando el cuadro precedente se notará también que yendo de Este á Oeste las horas están atrasadas mientras que yendo de Oeste á Este están adelantadas.

(Hemos dicho que convencionalmente, para la comodidad de los viajes, se han uniformado en husos horarios las horas de los diferentes paises; Europa y América están sencillamente divididos de hora en hora. Así la Europa central está retardada una hora con respecto á la Europa occidental, la Europa oriental está retardada dos horas, etc.).

Como dos ejemplos valen más que uno y no hay temor de multiplicar las imágenes que pueden dar una explica-

ción más clara al niño, propongo la anécdota siguiente que se deriva también de la diferencia de horas.

Dos hermanos vivían alejados uno de otro, el mayor en Constantinopla, el menor en S. Francisco. De común acuerdo declararon que el primero que muriera legaría su fortuna á su hermano sobreviviente. Como no tenían hijos ni uno ni otro, habían decidido, además, que el que sobreviviera dispondría á su gusto de sus bienes y de los de su difunto hermano. El mayor había anunciado que si él tenía el dolor de perder á su hermano menor dejaría su doble fortuna á un primo suyo que vivía en París y á quien quería mucho. El segundo había manifestado la intención de hacer de un sobrino que vivía en Londres su heredero universal, en el caso de que su hermano muriera antes que él.

Pues bien, en los primeros días del año de 1904, el sobrino que vivía en Londres recibió un telegrama informándole que su tío residente en S. Francisco había muerto el sábado 31 de Diciembre de 1903, á las 10 de la noche, de muerte súbita, apoplejía fulminante.

Algunos días más tarde el primo que vivía en París recibía la noticia de que su pariente de Constantinopla había sucumbido el domingo 1° de Enero de 1904 á las 5 de la mañana.

Coincidencia rara, los dos hermanos habían dejado este mundo con algunas horas de intervalo!

Se trató de arreglar la herencia. Desde luego, parece que el hermano más joven, el de S. Francisco, había muerto primero, puesto que exhaló el último suspiro el 31 de Diciembre de 1903 mientras que el otro había vivido hasta el 1° de Enero de 1904 y que por consiguiente el heredero del menor debía haber sido desde luego su hermano mayor y después, por el fallecimiento de éste, su protegido, el primo de París.

Pero el sobrino de Londres protestó alegando la diferencia de longitud, la que resulta de la diferencia de horas.

La diferencia de longitud entre Constantinopla y S. Francisco es un poco más de 150 grados ó sea, expresado en tiempo, de 10 horas 6 minutos. Cuando es medio



día en Constantinopla es solamente 1 hora 54 minutos de la *mañana* en S. Francisco.

Cuando el que vivía en Constantinopla moría, el domingo 1º de Enero de 1904, á las 5 de la mañana, eran en este momento en S. Francisco las 6 horas 54 minutos de la tarde del 31 de Diciembre de 1903, y el hermano menor de California estaba perfectamente vivo y en buena salud á esta hora, puesto que murió súbitamente á las 10 ó sea 3 horas después. Vivió pues más tiempo que su hermano de Constantinopla aunque habiendo muerto la víspera!

Es este un fenómeno que parece fantástico y es sin embargo real. Según la división de las horas en el globo, un hombre que muere en el occidente de América el 31 de Diciembre ha vivido un poco más que otro que muere en Rusia, en Turquía, etc., el 1º de Enero del año siguiente.

Dos niños que nacieran al mismo tiempo, uno en el Este de Europa y otro en el oeste de América, se vería que no tenían exactamente la misma edad según los registros del estado civil : el europeo puede ser inscrito como teniendo algunas horas más de edad que el americano y un día y aun un año si estos dos nacimientos tuvieran lugar entre el 31 de Diciembre y el 1º de Enero.

§ 22.

El día eterno. — La noche eterna.

La diferencia de horas entre los diversos países del globo tienen también otras consecuencias muy curiosas.

Las alternativas del día y de la noche siendo producidas por la rotación diurna de la Tierra delante del Sol, y girando la Tierra sin cesar, resulta que el Sol sale y se pone al mismo tiempo, perpetuamente. Cuando lo vemos desaparecer en el Occidente, entre las brumas de la tarde, sabemos que en ese mismo momento, otros ojos contemplan la salida del astro del día.

Y no importa el momento en que consultemos nuestro reloj, sabemos que hay en todo el globo relojes cuyas



agujas ocupan, en el mismo instante, las posiciones más variadas sobre el cuadrante.

Supongamos que, en París, suena en nuestro reloj la primera campanada de las 12 del día. Admitamos que sea ésta la hora acostumbrada de nuestro almuerzo. Nos sentamos á la mesa.

Hacia el grado 30 de longitud oriental (dos veces 15 grados) son las 2 de la tarde. En las riberas del Nilo, duermen la siesta después del almuerzo. En Rumania, cada quien se va á sus negocios, mientras que los turcos y los persas, á 60° (cuatro veces 15) son las 4 de la tarde y se prepara la merienda.

En la India, en las bocas del gran río el Ganges, son las 6 de la tarde (90°, seis veces 15). El Sol se pone, sus últimos rayos iluminan la cima de los grandes árboles. Del fondo de las selvas vírgenes, las bestias feroces rugen á la llegada del crepúsculo.

Más lejos, hacia el grado 120, en Pekín, en China, ya es de noche. Son las 8; una capital de cerca de 2 000 000 de habitantes, donde los hombres tienen largos cabellos tejidos en una trenza, se ilumina con miles de linternas de todos colores. Los astrónomos chinos están en sus puestos, y apuntan sus telescopios hacia el cielo estrellado.

En el Japón es todavía más tarde. En Tokio duermen. En ese mismo momento, se extiende la negra noche sobre el Océano Pacífico.

Aquí y allá, las luces de los faros resbalan en la inmensa sombra; iluminan los navíos que bogan sobre esos lejanos mares. El timonel vela; observa la posición de las estrellas y dice : « Es media noche » (180° de longitud oriental; doce veces 15).

En nuestra casa, en París, el timbre de nuestro reloj sigue dando las 12 del día. Los platillos llegan ya á nuestra mesa. Se platica, se ríe; el Sol envía sus ardientes rayos. ¡Cuántas cosas pueden ocurrir todavía antes de que llegue la noche!

Mientras nosotros estamos á la mitad del día, ya es de tarde ó de noche en los países situados al oriente de



Francia hasta los 180° de longitud oriental, y es de manaña ó ya aparece la aurora en los países situados al Oeste de Francia, hasta los 180° de longitud occidental.

En Londres, los peatones que van á sus negocios por el puente de Westminster ven la hora en los enormes cuadrantes de la Torre del Parlamento. Faltan 10 minutos para el mediodía.

En las costas de Portugal, no son más que las 11 de la mañana. En medio del Atlántico, los buques navegan entre el antiguo y el nuevo continente. A los 30° de longitud son las 10 de la mañana, á los 45° son las 9, etc. En la América del Sur, en Buenos Aires, por ejemplo, los obreros y los comerciantes ya están trabajando; son las 8 de la mañana. En las grandes ciudades de la costa oriental de la América del Norte, los almacenes comienzan á ser abiertos; en Nueva York son las 7 menos 5 minutos. Pero en San Francisco California, duermen todavía. No son más que las 4 de la mañana (120° de longitud occidental). Para los habitantes de la costa oeste de la América del Norte, es el momento de la aurora, y para los de Alaska es todavía de noche.

Así, pues, el día y la noche se dividen constantemente la superficie de la Tierra. De un lado el día, del otro la noche, la luz aquí, la obscuridad allá. El día y la noche existiendo sin cesar.

§ 23.

Cielo y Tierra.

Grandes nubes flotan encima de nuestras cabezas y decimos : El cielo está gris!

¡Error! El cielo no está gris. Las nubes tienen á menudo ese tinte, pero arriba de ellas se extiende una capa de aire de color azul, y más allá está el verdadero cielo inmenso, el vacío profundo, insondable, negro.

Cuando se dice que el cielo está gris, es absolutamente como si un buzo subiendo á la superficie del agua, después



de un buceo, pretendiera que el agua del lago ó del mar cuyo fondo exploraba fuera negro, porque había visto flotar arriba de su cabeza los cascos negros de los buques.

Todos los niños y muchas personas ignorantes confunden la atmósfera — es decir la capa de aire — que

Fig. 34. — La Tierra rodeada de la atmósfera

rodea á la Tierra por todas partes, con la inmensidad de los cielos, poblados de innumerables astros.

Á menudo se habla del cielo como de una bóveda azul; pero esta bóveda no es más que aparente. En realidad la bóveda celeste no existe. No es más que una ilusión debida al aire que rodea á nuestro globo. Podemos convencernos de esa ilusión en la noche, cuando la atmósfera está pura; la bóveda desaparece y, á través del aire transparente, se ve el espacio negro, el cielo sin fondo, con las estrellas lejanas.

El aire que respiramos y en el cual vemos pasar las nubes, no llena todo el espacio; forma solamente una capa de cierto espesor, igual en todas partes. Más allá no hay nada : es el vacío obscuro é incoloro.

El verdadero cielo no es azul, es negro; pero la atmósfera iluminada por el Sol es de color azul.

Si el aire cercano á nosotros nos parece incoloro, cuando lo vemos en pequeña cantidad, es porque su coloración azul es muy débil; pero cuando vemos en un día claro las colinas lejanas, nos parecen ligeramente azules. Este color es el del aire que llena el espacio entre ellas y nosotros.

De la misma manera, el agua en pequeña cantidad nos parece incolora, mientras que en una gran masa, en un lago ó en el mar, su color verde es muy marcado. Lo mismo pasa con un pedazo de vidrio que visto de cara parece incoloro á causa de su débil espesor, mientras que visto por el grueso parece verde.

La atmósfera pertenece á la Tierra y la rodea enteramente, como la cáscara de una naranja rodea á la fruta con la diferencia de que el aire es una corteza transparente y gaseosa.

La Tierra es un astro como la Luna, y ella también está en el cielo, no sostenida por el aire, sino, por el contrario, sosteniéndolo á él.

En la inmensidad del espacio, la Tierra ocupa un pequeño lugar, sin privilegio especial, en medio de la multitud de cuerpos celestes que pueblan el infinito.

§ 24.

El astro de la noche.

El Sol ha desaparecido bajo el horizonte occidental. Arrastrada por su movimiento de rotación, la Tierra nos coloca en la sombra, que está siempre opuesta al astro del día, y la noche sucede á las horas llenas de sol.

La Naturaleza, sumergiendo así sucesivamente á todas



las regiones de la Tierra en las sombras de la noche, permite á los espíritus contemplativos y atentos, iniciarse en los primeros conocimientos astronómicos, sin tener que cambiar de residencia y sin tener que hacer gasto alguno.

Se nota, desde luego, que no todas las noches son iguales, aun cuando la atmósfera esté perfectamente pura. Unas son obscuras á pesar de las inumerables estrellas lejanas,



Fig. 35. — El astro de la noche.

otras están más ó menos iluminadas por la Luna, el astro de la noche.

Estas reflexiones, estas observaciones naturales, nos conducen á ocuparnos del astro que, después del Sol, llama más nuestra atención. Es nuestro primer paso en el cielo y de este modo seguimos los progresos de la humanidad en el orden de nuestras conquistas astronómicas, porque después de haber admirado el esplendor del Sol, y antes de hacer investigaciones de las estrellas, los primeros observadores, fundadores de la Astronomía, tuvieron sin duda alguna que admirar los variados aspectos de la Luna.

Comenzaron por admirarla, asociándola á sus sueños y á



sus aspiraciones poéticas. Era la silenciosa Diosa de la noche. De aquí el nombre de Febe ó Diana que recibió.

Más tarde fué acaparada por los astrólogos, cuya ciencia no llegaba más allá del forro de sus sombreros puntiagudos, y que predecían el porvenir, mezclando la Luna á sus combinaciones imaginarias.

Por fin, la Astronomía moderna la ha rehabilitado asignándole su verdadero lugar entre los cuerpos celestes.

Sin embargo, todavía ahora se le atribuyen algunas veces influencias meteorológicas nefastas, á las cuales es enteramente extraña.

No sabiendo á qué causas relacionar ciertas perturbaciones atmosféricas que particularmente, en ciertas épocas del año, producen en la vegetación efectos desastrosos, los cultivadores, los jardineros, dicen : « La luna tiene la culpa », sabiendo de antemano que la Luna no ha de protestar.

Sea como sea, la Luna es la más popular, el más célebre de los personajes celestes, y aun cuando se pretende que en Primavera hace enrojecer las flores de los albaricoques y de los cerezos, detiene la formación de los chicharos y ennegrece las alcachofas, la tradición indica que no le guardamos rencor.

De todos los astros, la Luna es, sin contradicción, aquel al cual se dirigen todas las miradas.

¿Quién no admira su hermoso creciente, quién no ha observado sus continuos cambios de aspecto y sus desalojamientos en el cielo?

¿Quién no ha contemplado su gran cara redonda en la que ciertas zonas menos luminosas parecen grises como manchas y recuerdan vagamente por su disposición una cara humana?

La primera mirada que se levantó al cielo de la tarde, quedó ciertamente sorprendida por el brillo de ese hermoso disco plateado, á la vez pálido y brillante.

No puede uno dejar de verla, se impone á nuestros ojos y nos invita á pensar en el cielo. Los pequeños niños extienden sus brazos hacia la Luna que los atrae, como

para coger esa misteriosa figura que sorprende su tierna imaginación. Todos quisieran alcanzarla, muchos desearían ir hasta allá, como si tuvieran la intuición de que ese astro, aunque separado de nosotros por un gran vacío, pertenece al de la Tierra.

El hecho es que la Luna es el cuerpo celeste más cercano á nosotros. Relativamente á los otros mundos, casi nos toca.

La Luna es hija de la Tierra. Hace millones de años la Tierra y la Luna no formaban más que una sola masa fluida; más tarde antes de la solidificación de nuestro globo, la Luna se desprendió para formar un astro distinto; sin embargo los dos astros quedaron unidos uno al otro por un estrecho parentesco y por lazos indisolubles.

No hay una gran distancia, astronómicamente hablando, de aquí á la Luna. Treinta tierras colocadas una junto á otra sobre una misma línea formarían un puente suspendido suficiente para conducirnos hasta la Luna. La distancia de la Tierra al astro de la noche es de 30 veces el diámetro de nuestro globo ó sean 384 000 kilómetros.

El tren rápido, llamado *Expreso del Oriente*, que va de París á Nancy en 4 h. 40 m.; á Viena en 22 h. 47 m.; á Belgrado en 43 h. 30 m.; á Constantinopla, en 63 h. ó 2 días y 15 horas, debería caminar durante 320 días ó cerca de 10 meses para franquear la distancia que separa á la Tierra de la Luna. Seguramente sería un viaje largo; pero muchos hombres han hecho en la Tierra sea por ferrocarril ó por mar un camino tan largo como el que tendrían que hacer para ir á la Luna. En efecto 100 kilómetros por día, por término medio, durante 10 años dan 365 000 kilómetros y en el 11º año estaría completa la distancia. Una bala de cañón que camina 1 kilómetro en 2 segundos llegaría á la Luna en 13 horas. Un despacho telegráfico llegaría al astro de la noche en cerca de 1 segundo, pues la transmisión de la electricidad es casi instantánea.

Es una lástima que ninguno de esos medios de comunicación sea practicable. Aquel que en primer lugar se presenta á nuestro espíritu es el de la navegación aérea;



pero no es practicable, porque los globos son como los pájaros, necesitan aire para poder volar. Ahora, más allá de la delgada capa atmosférica que rodea á nuestro globo, no hay aire para sostener á los globos. Por otra parte, resulta de los experimentos aerostáticos efectuados hasta ahora que á una altura de algunos miles de metros [1] solamente arriba del suelo, el organismo del hombre no puede funcionar; la muerte es inevitable. Es verdad que puede uno imaginar el conducir una cantidad suficiente de oxígeno; pero esto no en un aeróstato, sino en un aparato lanzado por un proyectil. Mas estas son ilusiones. No tenemos ninguna esperanza de poder jamás hacer una excursión á la Luna; todo conspira en la Naturaleza contra este proyecto.

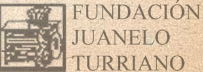
La única comunicación posible hasta ahora entre los mundos está proporcionada por la luz. La velocidad de la luz es conocida : 300 000 kilómetros por segundo. Un rayo que sale de la Luna llega á nuestros ojos en poco más de un segundo (1 segundo y cuarto). Es una velocidad mil veces más rápida que la del sonido, el cual viaja á razón de 332 [2] metros por segundo, estando el aire á 0° C.

Si el espacio que separa á la Tierra de la Luna estuviera enteramente lleno de aire, el ruido de una explosión volcánica lunar, bastante poderosa para que se escuchara hasta acá, nos llegaría 13 días y 20 horas después del acontecimiento, de suerte que si se verificara en la época de la Luna llena, cuando todo el disco luminoso es visible, veríamos la catástrofe en el momento en que se efectuara, pero el ruido de la explosión lo escucharíamos hasta 13 días después, es decir en la época del novilunio.

Flotando en el espacio, la Tierra es un astro como la Luna. Recíprocamente, la Luna es un mundo como la Tierra. Tiene también la forma de una bola, pero mucho

1. Diez mil metros para las personas vigorosas y llevando bolsas con oxígeno para luchar contra la asfixia. (*Nota del traductor.*)

2. A 15° la velocidad del sonido en el aire tranquilo es de 340 m. por segundo. (*Nota del traductor.*)



más pequeña que el globo en que vivimos. Los dos tienen el mismo origen, se encuentran aislados en la inmensidad. y lo mismo que la Tierra, la Luna no es luminosa, no es como el Sol un manantial de luz y de calor. Es un globo frío, obscuro, que no produce luz ni claridad, sino la que recibe del Sol. Si el Sol no iluminara á la Luna, ésta sería invisible é ignoraríamos su existencia. Pero como la ilumina, envía en el espacio la luz que recibe, y esa reflexión es la que produce el claro de Luna.

Es un fenómeno muy fácil de comprender, cuando un rayo luminoso penetra por un agujero en la semi-obscuridad de un cuarto cerrado, si hiere un cuerpo opaco, un muro ó aun una simple hoja de papel, este objeto que recibe la luz parece brillar con una luz intensa. Extiende una parte de esa claridad á su rededor y el cuarto se ilumina con su reflejo.

Para que el niño se dé cuenta de la diferencia que existe entre el manantial luminoso y el reflejo de esta luz se podrá observar la Luna en pleno día; entonces no es brillante sino que parece una nube blanca, mientras que el Sol es deslumbrador. Este reflejo se desvanece ante la deslumbrante luz directa del astro del día. Por el contrario, durante la noche, la Luna, iluminada por el Sol, nos parece muy luminosa en comparación con la obscuridad profunda del cielo.

§ 25.

Aspectos variables de la Luna. — Las fases.

Á pesar de su título de astro de la noche, la Luna no es el astro de todas las noches. Algunas veces se puede contemplar el cielo magníficamente estrellado. Es semejante á aquel que admiramos la víspera; todas las estrellas están fielmente en sus puestos y sin embargo la noche es más sombría. Es que hay un astro ausente; la Luna no ha aparecido. Tal vez se ha atrasado, lo que para la Luna es un hecho común.



Notaremos que cada noche la Luna sale más tarde. Pero habrá noches en que la esperaremos en vano.

La Luna no está todas las noches á nuestra disposición; es un faro intermitente. Además, cuando aparece, no tiene siempre el mismo aspecto.

En la época de la Luna nueva, es un delgado creciente semejante á la lámina de una hoz, que luce en el occidente en el crepúsculo, y desciende en el horizonte casi después de la puesta del Sol. De día en día la Luna se aleja del Sol poniente, se separa hacia el oriente, se convierte en un creciente más ancho, más luminoso y se acuesta más tarde. Después presenta el aspecto de un semicírculo, de un primer cuarto, y siete días después viene la Luna llena que brilla toda la noche y cuyo fulgor hace palidecer á las estrellas.

Después el disco amengua, tarda en aparecer en la noche, se levanta después de media noche y al cabo de algunos días no la vemos á ninguna hora. Estos cambios de aspecto provienen de que la Luna gira alrededor de la Tierra de occidente á oriente. Como es una bola, solamente la mitad de su superficie, la que está dirigida hacia el Sol, es la que puede ser iluminada por él. La otra mitad permanece obscura. Ahora bien, podemos ver todo el hemisferio iluminado, ó solamente una parte, según la posición de la Luna con respecto al Sol y á la Tierra.

Esta es la causa de las *fases de la Luna*.

El experimento siguiente las explicará claramente.

Considerémonos con el derecho de crear un Sol en una pieza; es decir un manantial luminoso. Encendamos una lámpara. Tomemos una bola blanca y la atravesamos con una aguja ó con un vástago cualquiera. Esta bola representará la Luna.

Concedamos al niño el placer de hacer él mismo este pequeño experimento. Él desempeñará el papel de un observador situado sobre la Tierra y se colocará frente á la lámpara teniendo la bola entre la luz y él, un poco arriba de sus ojos.

En esta posición el hemisferio iluminado de la bola está



dirigido hacia la lámpara y el observador no verá más que el hemisferio obscurecido... En realidad en la Luna no se distingue nada absolutamente, desde luego porque no podemos ver en el cielo más que lo que es luminoso y después porque cuando está la Luna en conjunción con el Sol ó sea colocada entre el Sol y la Tierra, la Luna se



Fig. 36. — Primera posición. El hemisferio obscuro de la Luna dirigido hacia el observador.

levanta y se pone al mismo tiempo que el Sol. Esta fase se llama *Luna nueva*.

Haciendo girar esta bola alrededor de la lámpara dirigiéndola siempre de derecha á izquierda y volteándose el observador para tenerla constantemente delante de los ojos, el joven observador verá el borde del hemisferio iluminado que comienza á mostrarse bajo la forma de un delgado creciente, como una estrecha banda de luz. Es el creciente que se ve en la tarde, á la puesta del Sol, dirigiendo su parte curva hacia el occidente y los cuernos hacia el oriente. Si la Luna se mostrara siempre bajo este aspecto, nadie hubiera creído en su redondez. Pero ella camina y á medida que avanza cambia su aspecto.

El cuarto ó quinto día después de la conjunción parece una rebanada de melón ó de calabaza, ó un gran cuarterón de naranja que se tuviera delante de la llama de una lámpara.

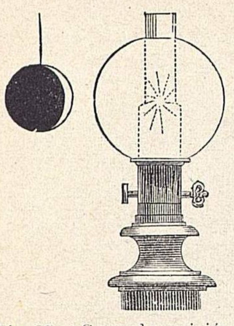


Fig. 37. — Segunda posición. El borde del hemisferio iluminado se ve como un creciente luminoso.

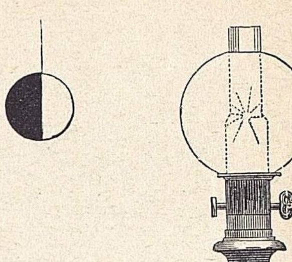


Fig. 38. — Tercera posición. La mitad del hemisferio iluminado es visible á la derecha.

Continuemos el experimento. Después de un cuarto de vuelta, la bola se encuentra en ángulo recto con la dirección de la lámpara. En este momento la mitad, la de la

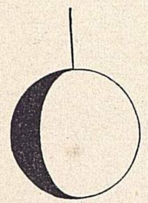


Fig. 39. — Cuarta posición. Fase que sigue al primer cuarto y precede á la Luna llena.

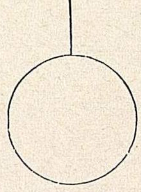


Fig. 40. — Quinta posición. Todo el hemisferio iluminado se presenta como un disco luminoso.

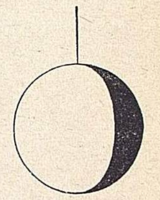


Fig. 41. — Sexta posición. El disco luminoso amengua hacia la derecha.

derecha, del hemisferio iluminado aparece como un semicírculo luminoso. El resto del disco dirigido hacia el observador permanece siempre obscuro. Para la Luna es el primer cuarto. Se pone á media noche.

Después de una media vuelta completa la bola llega



exactamente al lado opuesto de la lámpara, y todo el hemisferio iluminado se presenta como un círculo perfectamente redondo. De la misma manera, la Luna siguiendo su curso de occidente á oriente nos presenta su disco cada día más iluminado, hasta que está en *oposición* con el Sol, es decir del otro lado de la Tierra con respecto al Sol. Esta es la época de la Luna llena y en esta fecha el astro de la noche brilla con un fulgor espléndido desde la puesta hasta la salida del Sol. Se le ve aparecer en el oriente cuando el

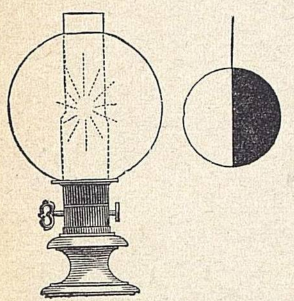


Fig. 42. — Séptima posición. La mitad izquierda del hemisferio iluminado es visible.

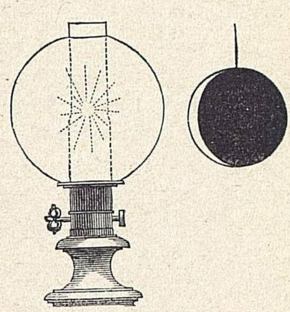


Fig. 43. — Octava posición. Un creciente luminoso se ve todavía á la izquierda.

Sol se pone; brilla toda la noche derramando su blanca claridad sobre la Naturaleza y desaparece cuando el Sol sale. Se diría que el astro del día hace huir y persigue al astro de la noche é inversamente, porque cuando uno sale el otro se esconde.

Pero la soberanía de la Luna sobre la noche silenciosa no es más que momentánea. Gradualmente vemos que su luz decrece y que la sombra invade su disco. Al cabo de algunas noches ya no se ve más que la mitad de su hemisferio iluminada. Es el último cuarto. Reproducimos esta fase con nuestra esfera, poniéndola de nuevo en ángulo recto con la lámpara, de manera que solamente la mitad, en este caso la de la izquierda del hemisferio dirigido hacia la flama, sea visible. Poco á poco el semicírculo iluminado se ahueca, la luz va ocupando sobre la bola un

espacio más restringido. La Luna muestra al oriente en la mañana un creciente de luz que recuerda al que vimos después de la Luna nueva. Pero ahora la curva está dirigida hacia el Sol levante y los cuernos hacia el occidente.

La Luna acaba una vuelta de su eterno viaje alrededor de la Tierra y sin hacer parada vuelve á comenzar una revolución. Este viaje circular, durante el cual se verifican las distintas fases, dura 29 días y medio. Es lo que se llama una *lunación*.

Para terminar el experimento el observador trayendo lentamente la bola entre la lámpara y él, ha podido seguir la diminución constante de la claridad sobre el pequeño globo blanco que tiene en su mano, y después de una vuelta completa el reflejo de la luz desaparece.

Este experimento reproduce en miniatura las fases del astro de la noche. Indica además cómo gira la Luna alrededor de la Tierra. De la misma manera que el niño sostiene una bola en la extremidad de su brazo extendido y la hace girar á su rededor, la Tierra sostiene á la Luna en el cielo como en el extremo de un brazo invisible y la hace girar en torno de ella.

La figura 44 completa la explicación. En el centro está la Tierra, y alrededor se ha trazado una circunferencia, que es el camino seguido por la Luna. El Sol no está representado. Su dirección se halla únicamente indicada por los rayos que vienen á iluminar (véase la parte alta de la figura) la mitad de la Tierra y la mitad de la Luna.

La Luna no es como el Sol un astro que *parece* girar alrededor de la Tierra, siendo que el Sol está inmóvil y que nosotros giramos. La Luna camina realmente, se mueve en el cielo. Todos los días se levanta y se pone, con un retardo de poco más de tres cuartos de hora.

Supongamos que asistimos á una función en el circo. En medio de la pista está el domador de animales sabios. Con una orden muda, dada solamente con un gesto, el domador hace ejecutar diversos ejercicios á un perrito que corre velozmente describiendo el contorno de la pista.



Podemos representar así á la Luna corriendo alrededor de la Tierra y obedeciendo á su poderosa influencia, de la que le es imposible desprenderse. La pista que sigue

Fig. 44. — Las fases de la Luna

alrededor de nosotros se llama la órbita de la Luna.

En el Cielo lo mismo que en la Tierra los pequeños deben obedecer á los grandes, los débiles á los fuertes. Ahora bien, la Luna es mucho más ligera que la Tierra,

Se necesitarían 81 globos lunares para formar una bola que pesara lo mismo que la Tierra. Por lo tanto, la Luna es esclava de la Tierra. No solamente ésta la obliga á volar en el espacio con una velocidad de cerca de 1 kilómetro por segundo, movimiento gracias al cual este astro da una vuelta alrededor de nosotros en menos de un mes, mientras que un tren caminando 60 kilómetros por hora, no emplearía menos de 4 años 206 días 16 horas para recorrer un trayecto tan largo; sino que además la Tierra obliga á la Luna á hacer al cabo de cada una de sus revoluciones una parte más de vuelta para volver á estar en conjunción con el Sol y volver á comenzar la serie de sus fases.

Examinemos la situación de la Luna con relación á la Tierra : lanzada sobre su órbita, corre, vuela en el cielo describiendo en torno nuestro una órbita alargada. Siete días después de su paso entre el Sol y la Tierra ha recorrido ya 615 millones de metros. Al fin del 14º día ha franqueado 1 230 millones de metros. Al cabo de 27 días 7 horas 43 minutos y 11 segundos, vuelve al punto de su órbita donde se encontraba cuando la precedente Luna nueva, pero no llega todavía á su conjunción con el Sol, porque entretanto la Tierra se ha desalojado (hablaremos muy pronto de las peregrinaciones de la Tierra alrededor del Sol) y la Luna, que siempre la acompaña, la tiene que seguir. Del desalojamiento de nuestro globo resulta un cambio de perspectiva : el Sol parece haber retrogradado y para que la Luna vuelva á pasar entre el Sol y la Tierra tiene que caminar durante 2 días y 5 horas, de suerte que no vuelve á estar en conjunción con el Sol sino al cabo de 29 días y medio.



§ 26.

Lo que se ve en la Luna.

Preguntad á diez personas separadamente lo que ven en la Luna á la simple vista. Tendréis diez respuestas diferentes. Cada una ve á su manera, y la fantasía tiene una buena parte en la visión de los objetos muy lejanos, en los que no se pueden apreciar pormenores. Unas personas creen ver la cabeza de un hombre, otras la cara de una mujer, otras la silueta de un animal, etc.

En realidad ¿qué se ve á la simple vista en la Luna?

Cuando esté en creciente casi nada. En la época del primer cuarto se notan regiones grises, menos brillantes que el resto del semicírculo iluminado. Pero especialmente cuando se presenta su disco luminoso completo, en la época de la Luna llena, es cuando se perciben las manchas. En ninguna otra fase de la lunación se puede ver algo más y observando atentamente la disposición de esas manchas grises se ve que son siempre las mismas las que aparecen en cada Luna llena. Es que durante su viaje mensual, la Luna nos presenta siempre el mismo hemisferio; el otro no le ven nunca los habitantes de la Tierra y eternamente les quedará oculto.

Es una de las supremacías de la Tierra sobre ese mundo vecino. Cuando uno se dirige á un superior es de buen tono no darle la espalda. Se le ve siempre de frente. La Luna hace lo mismo con su soberana, la Tierra. Solamente que con esto, padece nuestra curiosidad, porque jamás veremos el otro hemisferio lunar.

Pero el hemisferio que conocemos es digno de toda nuestra atención.

En las edades antiguas, en todos los siglos, se ha reproducido esta cara tan popular como un vago dibujo del semblante humano. Por mi parte he dibujado la figura siguiente, arriba sobre el disco grande, lo que veo en detalle á la simple vista, y abajo en el disco pequeño lo



que entiende mi espíritu de ese conjunto, un rostro vago humano. Yo abrí, en 1900, un concurso de dibujos, que indica que la Luna presenta á distintos ojos las más diversas figuras [1].

Sin embargo se puede perfectamente indicar con bastante exactitud en un dibujo, la disposición real de las principales manchas observadas á la simple vista, lo que será un ejercicio excelente para los jóvenes discípulos. Se pondrá en las manos de los niños una hoja de papel, un lápiz y se le dejará reproducir lo que ve ó lo que cree ver. Desde luego deberá trazar un círculo en el interior del cual indicará los pormenores más notables de la configuración lunar. Pero se tendrá cuidado de retirar el dibujo después de cada sesión para que el alumno adquiera la costumbre de dibujar lo que ve observando directamente la Luna, y no copiando sus dibujos precedentes. Además, si se le dice un día que dé el aspecto de la Luna tal como aparece en la época del primer cuarto, hará ingenuamente, por costumbre, el dibujo de la Luna llena.

El mejor momento para hacer un dibujo de la Luna es en las horas de tarde antes de la llegada de la noche, porque durante la obscuridad nocturna, el disco lunar es tan deslumbrador que el ojo se fatiga y no puede apreciar los pormenores.

Si el dibujo del niño se parece á una cara humana, se aprovechará uno de ello para decirle que semejante detalle que hace pensar en un ojo ó en una nariz, ocupa sobre la Luna la vasta extensión de una región conocida de que se le hablará después. Pero nos apresuraremos á decir que cuando se observa la Luna con un instrumento de óptica, esta apariencia de una cara se borra inmediatamente. Para que se convenza mejor de ello, se le hace ver el astro de la noche con unos anteojos de teatro. Este será el primer instrumento de observación, el primer anteojo.

El joven observador quedará admirado del cambio de

1. Ver el *Boletín de la Sociedad Astronómica de Francia*, años 1900 y 1901.



aspecto de la buena Luna. En efecto, un débil aumento basta para mostrar su fase muy modificada. Ya no nos ve. Es imposible encontrarle los ojos y la nariz; se ve sola-

Fig. 45. — La luna observada á la simple vista.

mente un disco luminoso, muy accidentado, lleno de manchas. Se notan puntos especialmente brillantes al lado de regiones mucho más sombrías.

De la misma manera que el niño se ejercitó en dibujar

lo que veía á la simple vista, se divertirá en dibujar lo que ve con el anteojo.

Comenzará por hacer borrones incomprensibles, pero repitiendo á menudo este « juego » se obtendrán ciertamente resultados satisfactorios. Los niños adoran por lo general emborronar papel y las sesiones de dibujo astronómico serán para ellos un pasatiempo que por sí mismos buscarán.

Cuando el alumno llegue á hacer un dibujo bastante parecido de la Luna vista con el anteojo, se hará que le compare con la pequeña carta que publicamos aquí. Es importante hacer una observación. Así como las cartas terrestres se llaman geográficas, de dos palabras griegas que significan « geo », tierra », y « grafos », descripción; las de la Luna se llaman « selenográficas », de « selene », luna y » grafos », descripción.

Naturalmente, un dibujo hecho observando la Luna con unos anteojos de teatro no puede reproducir más que los principales mares y algunos puntos brillantes que corresponden con el lugar de las montañas más notables; pero estos pormenores el niño los encontrará sobre la carta y además si llega algún día ó más bien una noche en que tenga la oportunidad de observarla Luna con un verdadero anteojo astronómico, reconocerá el aspecto de la carta tal como se representa aquí, estando el disco lunar invertido, porque en los anteojos astronómicos, las imágenes celestes aparecen siempre invertidas[1].

Desde la invención de los anteojos en el siglo XVI se notó que la superficie del astro de la noche estaba erizada de montañas empinadas que se encendían como puntos lumi-

1. He aquí los nombres de algunos cráteres lunares, fáciles de reconocer por medio de unos gemelos ó de un anteojo pequeño

1. Tycho.	8. Catarina.	15. Aristarco.
2. Arzachel.	9. Cirilo.	16. Arquímedes.
3. Alfonso.	10. Teófilo.	17. Aristilus.
4. Albategnio.	11. Eratóstenos.	18. Linneo.
5. Ptolomeo.	12. Copérnico.	19. Aristóteles.
6. Herschel.	13. Kepler.	20. Platón.
7. Flammarion.	14. Encke.	



nosos al ser heridas por los rayos del Sol; á un lado se veían partes sombrías y sombreadas indicando las planicies; más allá se veían grandes manchas grises que tal vez serían mares, puesto que absorbían la luz solar. En esa época no se sabía casi nada acerca de la constitución física

Fig. 46. — Carta de la Luna.

de la Luna y se la representaba rodeada de una capa atmosférica análoga á la que respiramos. Ahora sabemos que esos « mares » no tienen agua y que si acaso el globo lunar posee atmósfera, tiene que ser extremadamente ligera.

Para reconocer esos mares en medio de los paisajes lunares que existen en el hemisferio que conocemos, ha sido necesario dar nombres á las distintas regiones.

Los mares fueron los primeros en recibir nombre. Y sus designaciones se relacionaron con las pretendidas influencias astrológicas de la Luna, lo que explica esa denominación melancólica y extravagante. Se encuentran en ese mundo vecino : el Lago de la Muerte, el Mar de los Humores, el Océano de las Tempestades, el Mar de la Tranquilidad, el Pantano de las Nieblas, el Lago de los Sueños, el Mar de la Putrefacción, el Mar de las Crisis, el Mar de la Serenidad, el Mar de las Lluvias, etc.

En cuanto á las partes luminosas y á las montañas se tuvo la idea de darles los nombres de los más ilustres astrónomos; pero el temor de producir descontento y de causar celos retuvo á Hevelius y Riccioli, autores de las primeras cartas lunares, quienes juzgaron más prudente transportar á la Luna las denominaciones de las montañas terrestres. Los Alpes, los Apeninos, los Pirineos, los Cárpatos, se encuentran allí; sin embargo como el vocabulario de las montañas no era suficiente, los sabios readquirieron su derecho y notamos sobre la Luna los nombres siguientes : Aristóteles, Arquímedes, Platón, Hiparco, Ptolomeo, Copérnico, Kepler, Newton, así como otras celebridades más modernas y más contemporáneas.

Se ha medido la altura de todas las montañas lunares con bastante aproximación. Las más elevadas son mayores de 7 000 metros, tal como el Monte Derffel que tiene 7 700 metros de altitud.

La montaña Tycho es una de las más hermosas de la Luna. Es más elevada que el Monte Blanco, pues se eleva á 5 300 metros. Se la distingue á la simple vista (y perfectamente con unos gemelos) como un punto blanco brillando con gran esplendor en la parte sur del disco. En el momento de la Luna llena es deslumbrador y proyecta á lo lejos sobre el disco lunar largas radiaciones. Lo mismo pasa con Copérnico cuya blancura deslumbrante llega hasta nosotros. Pero el hecho más curioso en las montañas lunares es que todas ellas son huecas y que tanto se puede medir su profundidad como su altura. Se diría que son enormes rampas circulares, formadas por rocas de un gris



amarillento; el interior está vacío. Es este un género de montañas tan extraño para nosotros como los mares sin agua. En efecto, las montañas de la Luna son circos, producidos sin duda por la explosión de enormes burbujas de gas que han subido del interior del globo lunar. Se reconocen también antiguos cráteres volcánicos. Antes fueron terribles, formidables máquinas planetarias, como el Vesubio en Italia. Pero después de haber agotado todos sus materiales explosivos, se han calmado, se han vaciado y actualmente no queda más que la corteza.

Vista la Luna en un pequeño anteojo, los paisajes hacen pensar en una esponja luminosa. Pero ¡qué esponja!

§ 27.

Viajes á la Luna.

Mucho tiempo antes de querer conocer los diversos países de nuestro propio globo, espíritus atrevidos, sabios ó ilusos, habían intentado escalar los cielos. Nuestra vecina, la Luna, que siempre ha tenido el don de excitar la curiosidad humana, ha sido, naturalmente, desde la antigüedad, un objeto de codicia para los viajeros extraterrestres. Pero como á pesar de su cercanía relativa el astro de la noche es inaccesible para nosotros, es en alas de la imaginación como se han efectuado esas empresas audaces, de donde resulta que los autores de tales viajes imaginarios nos presentan, en sus escritos, al mundo lunar bajo los más variados aspectos, pues cada viajero se inspira en los conocimientos astronómicos de su época.

Uno de los más antiguos « Viajes á la Luna », que conocemos es el de Luciano de Samosate[1]. El héroe de esta expedición lunar vagaba con sus compañeros en el Atlántico cuando su barco fué arrebatado por una tromba y conducido al espacio. Después de haber errado durante

1. Luciano de Samosate, escritor griego (130-200).



siete días y medio en el vacío, esos náufragos llegaron á una isla redonda : era la Luna. Apenas hubieron entrado al país para reconocerlo cuando encontraron á unos hipógrafos, hombres montados sobre una especie de asnos alados, con tres cabezas y cuyas alas eran inmensas. Lo que más llamó la atención de los viajeros fué, no la topografía de la Luna, sino el número de sus habitantes, su variedad, y sus costumbres tan raras y tan distintas de las nuestras. Los viajeros llegaron la víspera de un combate formidable entre los habitantes de la Luna y los del Sol y pudieron ver reunido todo el ejército de la Luna, lo que era un espectáculo de los más interesantes. Había allí extraños caballeros montados sobre enormes pájaros, cubiertos de yerbas, y otros que cabalgaban sobre gigantescas pulgas, tan grandes como doce elefantes. La relación del viajero contiene una descripción muy detallada y muy larga de las tropas lunares y además curiosas noticias acerca de los selenitas. Por ejemplo, cuando un hombre envejece en la Luna no muere sino que se convierte en humo. Los habitantes de la Luna no comen; absorben solamente el vapor de ranas que ponen á tostar; su bebida consiste en aire comprimido en un vaso. Además estos seres burlones tienen la facultad de quitarse y ponerse los ojos á voluntad, como si fueran anteojos, lo que es muy práctico, pues cuando los pierden pueden pedir pressados los ojos á sus vecinos. En cuanto á las orejas, son hojas de plátano. Los ricos llevan vestidos de vidrio, otros visten de cobre, etc.

En este viaje imaginario, el autor deja volar su imaginación al gusto de su fantasía, sin ningún asomo de realidad. Hay que advertir que en la épocá de Luciano de Samosate, y también en los siglos siguientes, no se sabía nada cierto de la Luna, y justamente la ignorancia en que se encontraban las gentes acerca de la verdad científica, dejaba vasto campo libre para las hipótesis; y se abusaba de ellas [1].

1. Véase *Los Mundos imaginarios* y los *Mundos reales*.



La invención de los anteojos y su aplicación á las investigaciones astronómicas vino, desde los primeros años del siglo XVII (1610-1630) á dar una nueva dirección á los

Fig. 47. — La Luna, al día siguiente del primer cuarto (de una fotografía).

viajes celestes. Parecía que la óptica no tardaría en aproximar la Luna á una distancia insignificante, lo que permitiría distinguir todo lo que pasa en esa tierra vecina, pero como los progresos de la óptica eran muy lentos para

el gusto de los espíritus impacientes por conquistar la Luna, entrar en relación con sus habitantes y visitar sus ciudades desconocidas, la imaginación se adelantó á la ciencia y los viajes á la Luna fueron más y más numerosos. Vemos, sucesivamente, al gran Kepler escribir, por el año de 1619, su « Viaje en sueños á la Luna »; al Obispo inglés Godwin contar, en 1638, su viaje á la Luna en un carro aéreo conducido por patos salvajes; á Wilkins, en 1640, tratar de demostrar que la Luna es un mundo análogo al nuestro; después Cyrano de Bergerac [1] publicar en 1652, su famoso viaje á la Luna, acerca del cual debemos decir algunas palabras.

Dice que partió en un hermoso día llevando en su rededor cierta cantidad de frascos que, calentados por los rayos del Sol, lo elevaban à gran altura; sin embargo como su ascensión no se efectuaba en la dirección deseada, rompió algunos de los frascos para regresar á tierra, pero ésta había girado mientras él se hallaba en el espacio, y el viajero en lugar de llegar al punto de partida fué á caer al Canadá donde una compañía de soldados lo recogió.

Ensayó una segunda máquina, pero apenas había comenzado sus primeros ensayos cuando vino al suelo y tuvo que untarse el cuerpo con medula de buey para curar sus heridas. Cuando al día siguiente buscó su máquina perdida la encontró en medio de la plaza de Quebec. Los soldados la habían tomado por el esqueleto de un dragón volador y pensaron volarlo por medio de cohetes. Sorprendido y furioso por ver su obra en tan gran peligro, Cyrano cogió por el brazo al soldado que iba á prender el fuego á la máquina, le arrancó la mecha y saltó sobre el aparato, pero en el mismo momento, el cohete estalló y el hombre y la máquina fueron lanzados á una altura prodigiosa... y he aquí que al cabo de algún tiempo la máquina volvió á caer y el viajero aéreo continuó subiendo, tanto más que la Luna estaba acostumbrada á chupar la médula de los animales, y como la víspera Cyrano se había untado

1. Cyrano de Bergerac, escritor humorista francés (1620-1655).



con médula, se aproximó rápidamente al globo lunar. Por fin Cyrano cayó y la fuerza de su caída le impidió recordar exactamente cómo fué aquello; pero al despertar notó que se encontraba debajo de un manzano.

Vuelto en sí de sus primeras emociones, trató de visitar el país y se encontró al cabo de algunos instantes con los selenitas, de los que da una descripción curiosa. Son, dice, seres enormes, que parecen animales y andan en cuatro pies. Parecía yo tan pequeño cerca de ellos que los Lunares no quisieron creer jamás que fuera yo un hombre verdadero y me trataban á su gusto como un pequeño animal de una especie rara.

Intentaron educarlo, le enseñaron á dar machincuepas, á hacer gestos, y amarrado en el extremo de una cuerda como si fuera un perro sabio, lo hacían saltar delante del público, al mando del charlatán que se había apoderado de él. Sin embargo un joven selenita que ya había habitado en la Tierra, se interesó por el recién llegado, se hizo su amigo y le permitió instruirse en la vida lunar. He aquí lo que Cyrano aprendió.

Hay en la Luna dos clases de idiomas. El primero lo emplean las gentes de la clase elevada y consiste en expresarse con sonidos musicales; las cuestiones más graves, las discusiones más serias y de un orden muy elevado, se debaten en un concierto de lo más armonioso. El segundo, que lo usa el pueblo, se ejecuta por el temblor de las extremidades; las palabras consisten en la agitación significativa de un dedo, de una oreja, de un ojo, de una mejilla, y los oradores, en todo el tiempo que dura su discurso, están sacudidos por un temblor en todo el cuerpo.

El procedimiento de nutrición es muy distinto del nuestro. No se come, sino que se contentan con aspirar el olor de los alimentos preparados de una manera especial. La exhalación que sale de los platillos durante el cocimiento se encierra en vasos fabricados para ese uso, y cuando se reune en cantidad suficiente se destapan sucesivamente los recipientes, llevando delante de cada convidado el olor que le conviene, y así se continúa hasta que las personas



quedan satisfechas. Sin embargo, un día en que manifestó á su patrón que quería comer una docena de alondras, Cyrano las vió caer á sus pies ya asadas. Cyrano quedó admirado y el cazador le explicó que mezclaba á su pólvora una composición que mataba, desplumaba, asaba y sazonaba la caza.

Nuestro viajero vió otras cosas no menos extraordinarias, pero nos separaríamos muy lejos de la iniciación astrónomica.

Después de Cyrano de Bergerac los excursionistas han seguido afluyendo á la Luna. Citemos, entre más de cien, el libro escrito hace algunos años por el romancero inglés Wells [1]. Aquí no son frascos calentados por el Sol los que sirven de vehículo al viajero del cielo ni son patos salvajes, ni es un buque arrastrado por una tromba. Estamos en el siglo XX y la ciencia ha adelantado después de Cyrano. Ahora se imaginan medios de transporte de un gran refinamiento científico. Es el caso del héroe de Wells.

El Sr. Cavor, químico inglés, descubre una sustancia que tiene la notable propiedad de sustraer los cuerpos á la atracción. En colaboración con uno de sus amigos, construye una esfera de acero cubierta en parte con esa famosa sustancia llamada « cavorita », del nombre de su inventor. Cavor y su compañero Bedford se encierran en esta esfera; se encuentran de este modo, por la materia aisladora, sustraidos á la atracción que retiene los objetos en el suelo y que obliga á los cuerpos á pesar y á dirigirse hacia el centro de la Tierra, y pueden lanzarse en el espacio.

Cuando todos los departamentos del recipiente están cerrados, la enorme bola se aleja de la Tierra y se lanza como una flecha, pero cuando los viajeros abren una ó varias ventanas sufren la atracción del cuerpo celeste más próximo. Así es como al acercarse á los parajes de la Luna que habían escogido como término de su peregrinación maniobran hábilmente sus almacenes de cavorita que

1. *Los primeros hombres en la Luna.*



sirven á la vez de timón, de motor y de freno, según las circunstancias, y llegan á un cráter lunar poco antes de la salida del Sol.

Se ha visto en un capítulo precedente que la Luna nos dirige siempre el mismo hemisferio. La luna ejecuta una vuelta alrededor de su eje en el mismo tiempo en que efectúa una vuelta alrededor de la Tierra; sucesivamente todas las regiones de su superficie se presentan al Sol y quedan en la sombra, cerca de un mes, de suerte que sobre la Luna cada día dura 15 días terrestres y cada noche dura otro tanto. Además como las más recientes investigaciones no han podido encontrar trazas de atmósfera sobre ese mundo, se cree generalmente que si existe aire en la Luna ha de estar excesivamente enrarecido en la superficie del globo lunar, de donde resulta que no hay aurora ni crepúsculo sobre la Luna ni ninguno de esos juegos de luz á los cuales da nacimiento la gruesa capa atmosférica de la Tierra. Además el aire sobre nuestro globo atenúa durante el día la fuerza de las radiaciones solares al mismo tiempo que las almacena; y evita así la brusca transición del día á la noche. Las condiciones no son las mismas en la superficie de la Luna, y por esto los días lunares son ardientes y las noches heladas. Dicho esto continuamos la relación.

Habiendo llegado á la Luna poco antes de la salida del Sol, los viajeros quedaron en la más profunda obscuridad, pero después de esperar un poco, salió bruscamente de la sombra un rayo de luz; era la primera radiación del día lunar. Tan pronto como el Sol apareció, su brillo se hizo intolerable, era una luz que cegaba. En el mismo momento Cavor y Bedford observaron débiles vapores que se elevaban de los valles; era el aire congelado y solidificado durante la noche, que se evaporaba durante el día, y formaba arriba de la superficie del suelo una pequeña atmósfera. Los dos excursionistas salieron de su bólido y se aventuraron por aquel mundo desconocido, pero tenían que caminar con gran precaución sobre aquella tierra nueva, porque los cuerpos pesan mucho menos sobre la

superficie de la Luna que aquí, y los « terrenícolas » quedan súbitamente muy ligeros, y franquean de un salto una distancia cuando menos cinco veces más grande que cuando están en nuestro planeta.

Naturalmente encuentran cosas extraordinarias para sus ojos y para las ideas de los habitantes de la Tierra. En la Luna los vegetales comienzan á germinar desde que el Sol aparece, se desarrollan con una rapidez prodigiosa y alcanzan proporciones fantásticas, después se marchitan y se secan desde que empieza la larga noche para renacer quince diás más tarde.

En cuanto á los animales no vieron más que « vacas lunares » de dimensiones colosales, teniendo cuando menos 60 metros de longitud, bestias monstruosas, arrastrando por el suelo su piel rugosa de color blanco manchado de hollín. Su cabeza es blanda y desprovista de cráneo.

Con respecto á los hombres de la Luna parecen grandes insectos montados sobre piernas cortas y zambas. En su gran cabeza no hay nariz ni expresión alguna. Es una supeficie brillante, tosca é invariable, con ojos salientes como los de las langostas; su cuello está articulado en tres partes y sus brazos son tentáculos. Los que cuidan los ganados de vacas desaparecen completamente bajo un caparazón hecho de una materia semejante al cuero. Este es su vestido. Su casco está adornado con puntas que sirven para aguijonear á los animales desobedientes.

Pero nuestros viajeros no tardaron en quedar prisioneros de los selenitas, quienes los llevaron consigo al interior del globo lunar, pues las ciudades en lugar de extenderse en la superficie de la Luna, están establecidas á grandes profundidades. Durante la noche los habitantes permanecen encerrados en sus ciudades subterráneas, después cuando el día aparece, abren gigantescas trampas que los ponen en comunicación con la superficie del suelo.

Después de una larga cautividad en estos raros abismos, iluminados por arroyos fosforescentes que producían una suave claridad azul, los dos viajeros lograron escaparse.

Resueltos á volver á la Tierra se separaron para buscar cada uno por su lado su navío celeste. Bedford lo encontró, pero Cavor, cogido de nuevo por los selenitas no pudo reunirse con su compañero, quien volvió solo á la Tierra trayendo, como trofeo de su expedición, enormes barras de oro (que sirven allá de barras de fierro).

Cavor, conducido delante del Gran Lunar, jefe supremo de este mundo, llegó sin embargo á enviar mensajes á la Tierra, por medio de las ondas electro-magnéticas, que de casualidad venían á registrarse en un aparato especial construído con objeto de establecer, si era posible, una comunicación con Marte.

Todos estos viajes imaginarios son más ó menos divertidos, revelan á menudo en sus autores un ingenioso espíritu de observación, de invención y de discusión científica y filosófica; pero sería superfluo hacer notar que nunca han añadido nada á nuestros conocimientos; todo lo que podemos saber de la Luna, así como de los otros mundos nos lo suministra el estudio con telescopio.

§ 28.

Una partida de escondidillas. — Los Eclipses.

No sólo los niños juegan á las escondidillas.

Algunas veces el Sol y la Luna, en complicidad con la Tierra, parecen divertirse como ellos.

¿Quisierais saber en qué consiste su juego? Helo aquí.

Imaginad un hermoso día lleno de sol. El cielo es de una inmutable pureza; ni la menor nube mitiga el ardor de los rayos solares; la Tierra está inundada de luz y los fuegos del astro del día extienden sobre el mundo su alegría bienhechora. La actividad terrestre ha llegado á su colmo, los hombres trabajan, los niños ríen, los pájaros cantan, todo está lo mejor posible.

Pero, repentinamente, este magnífico cuadro se trans-



forma... El brillo del día disminuye; el disco luminoso del Sol se oculta gradualmente. Otro disco, negro como de tinta, avanza delante de él y poco á poco lo invade enteramente. La atmósfera toma un tinte pálido y sepulcral; la naturaleza sobrecogida se sumerge en profundo silencio. Las risas se desvanecen, los pájaros ya no cantan, el trabajo se interrumpe. Un inmenso velo de tristeza se extiende sobre el mundo. *De pronto la noche llega y las estrellas brillan en el cielo.* Parece que, en un misterioso cataclismo, el Sol ha desaparecido para siempre.

Felizmente esta angustia es de corta duración. El astro del día no ha muerto. Un chorro inflamado sale de la sombra, anunciando su regreso, y cuando reaparece, se puede notar que no ha perdido nada de su esplendor : brilla, alumbra, vivifica á la Tierra.

¿Qué es pues lo que ha pasado?

Digámoslo en seguida : la Luna es la autora de este misterio. Gracias á ella, el Sol acaba de jugar con nosotros una partida de escondidillas.

Expliquemos este juego. Podemos reproducirlo en pequeño con los accesorios de que hemos dispuesto hasta hoy para nuestras representaciones astronómicas. Sobre la mesa una lámpara encendida, que ocupa el lugar del Sol. Una bola sostenida en la extremidad de una varilla completa nuestro material. En esta ocasión también suponemos que representa á la Luna. Extendamos el brazo y la hacemos girar al rededor de nosotros como lo hemos hecho para observar las fases lunares.

Si nosotros repetimos varias revoluciones, sería muy raro que nuestro brazo extendido conservara siempre exactamente la misma posición; involuntariamente lo levantamos un poco más, ó bien lo bajamos ligeramente, de manera que la bola estando en conjunción con la lámpara, pasa sea un poco más arriba ó sea un poco más abajo delante de la flama. Pues bien cuando pasa exactamente delante de ella, hay para el observador, eclipse de lámpara por la bola. Es el mismo fenómeno que se produce cuando hay para la Tierra *eclipse de Sol* por la Luna. Lo



mismo sucede cuando ponemos la bola en oposición con la lámpara, si no tenemos cuidado de levantarla á la altura de nuestra cara, se encuentra á su vez eclipsada en la sombra que proyecta nuestra cabeza, como todo cuerpo opaco que está opuesto á la luz que intercepta. En este caso se produce *eclipse de Luna*, al atravesar ésta la sombra de la Tierra.

En el universo las cosas no pasan de otro modo. Si en

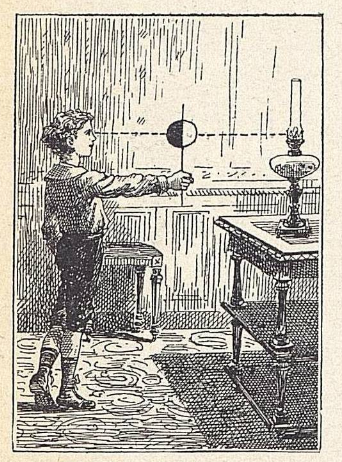


Fig. 48. — Eclipse de Sol por la Luna.

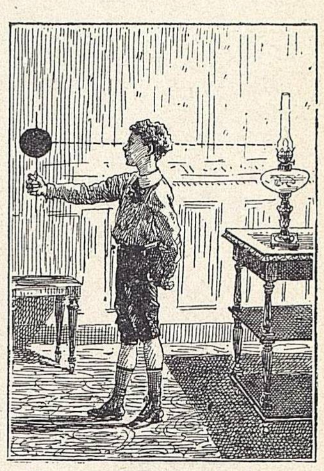


Fig. 49. — Eclipse de Luna por la Tierra.

cada una de sus revoluciones, cuando llega entre el astro del día y la Tierra, la Luna pasara precisamente delante del Sol, habría para nosotros eclipse de sol en cada Luna nueva. Del mismo modo observaríamos también un eclipse de Luna en cada Luna llena, si la fiel compañera de nuestro mundo llevara su humildad hasta desaparecer cada mes, sumergiéndose en la sombra que la Tierra proyecta detrás de ella como un inmenso velo negro. Pero, generalmente, en lugar de interponerse exactamente delante del Sol, la Luna pasa un poco arriba ó abajo, de la misma manera que su paso detrás de nosotros casi siempre

se efectúa fuera del cono de sombra de la Tierra.

Cuando la Luna llega á estar colocada exactamente delante del Sol, intercepta la luz del astro radiante y nos oculta una porción más ó menos grande del disco solar. El eclipse es *parcial* si la Luna no cubre más que una parte del Sol; *total* si lo cubre enteramente; *anular* si del disco solar queda un borde alrededor del disco lunar.

Por otra parte, cuando el astro de la noche atraviesa la

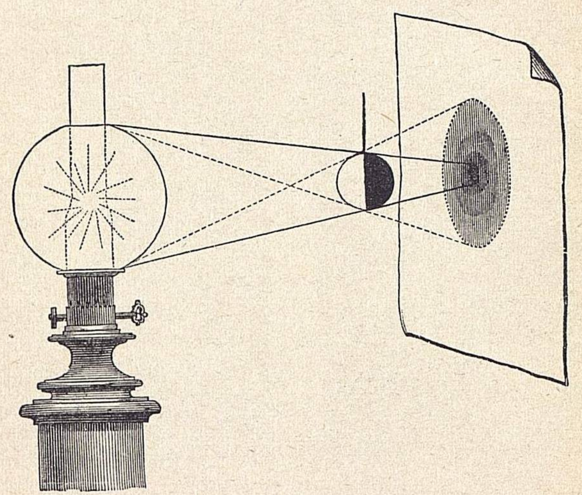


Fig. 50. — Sombra proyectada por una bola.

sombra de la Tierra, no recibe los rayos solares y esta carencia de luz es tanto más sensible cuanto que todo su brillo lo debe á la luz del Sol. Si la Luna se sumerge enteramente en la sombra, el eclipse es total, pero si una parte de su disco permanece iluminado, el eclipse es parcial.

Algunas veces la Luna llena desaparece completamente del cielo; muy á menudo sucede que la refracción de los rayos del Sol al atravesar la atmósfera terrestre la coloran de rojo.

Son estos fenómenos celestes muy sencillos, muy naturales, para nosotros que conocemos la causa. Pero en otros tiempos era esto una historia diferente! Escuchemos la voz del pasado.

Nos ha quedado el recuerdo de los terrores de la huma-

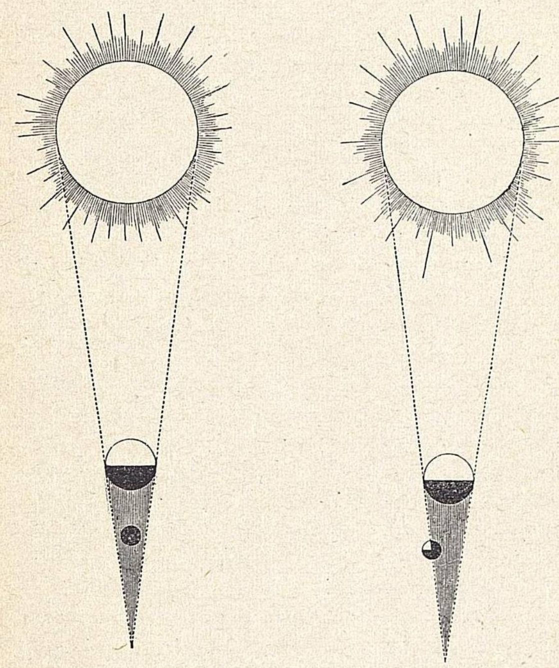


Fig. 51. — Eclipse total de Luna. La Luna está enteramente sumergida en la sombra de la Tierra.

Fig. 52. — Eclipse parcial de Luna. La Luna está en parte sumergida en la sombra de la Tierra.

nidad, del susto que sentían en presencia de los eclipses. Innumerables leyendas han nacido de este miedo y demuestran á qué peligros pueden conducir la ignorancia y la superstición.

Los antiguos escandinavos habían imaginado en el cielo dos enormes lobos, Moongarm y Fenris, quienes perseguían

perpetuamente al Sol y á la Luna como los lobos de sus selvas atacan al viajero retrasado. Cuando uno de los dos astros iba á oscurecerse, ellos creían que el monstruo lo había alcanzado y que comenzaba á devorarlo. Así es que para espantar al lobo hacían el mayor ruido posible, gritando, aullando, golpeando sus instrumentos metálicos.

Otros muchos pueblos tenían también esta creencia, solamente que unos sustituían al lobo por un dragón, otros lo reemplazaban por un monstruo no menos terrible y en todos los casos el resultado era el mismo : el astro eclipsado debía ser devorado, sacrificado y los corazones humanos enternecidos se lamentaban de esta terrible situación!

Los Incas creían sinceramente que cuando la Luna se eclipsaba era que estaba enferma y si llegaba á morir se desprendería del cielo y caería sobre ellos aplastándolos. Persuadidos de que los perros son animales afectos á la Luna, provocaban sus aullidos suplicatorios jalándolos de las orejas. Cuando los pobres animales llenaban el aire con sus aullidos, ellos se sentían consolados, pues pensaban que la Luna habiendo oido sus ruegos haría un esfuerzo supremo para triunfar del mal y renacer con su fuerza y su claridad.

Los indios del Perú suplicaban ellos mismos á la Luna, llamándola con los nombres más tiernos, gritando : Mamá Luna! Mamá Luna!

La historia está llena de hechos memorables en los que los eclipses han ejercido una gran influencia, algunas veces feliz, á menudo desastrosa.

Herodoto refiere que los Scytas teniendo motivos de queja de Cyaxaro, rey de los Medas, se vengaron de él sirviéndole en un festín los miembros de uno de sus hijos, degollado traidoramente y puesto en la mesa, como un manjar raro. Los malvados que habían cometido este crimen espeluznante se refugiaron en la corte del rey de los Lidias, quien tuvo la debilidad de darles asílo. Inmediatamente se declaró la guerra entre los Medas y los Lidias, pero habiéndose efectuado un eclipse total de sol precisa-

Fig. 53. — Eclipse total de Sol de 1900, observado por el Sr. Flammarión en España.

mente cuando los combatientes estaban uno en presencia del otro, ejerció la feliz influencia de hacerlos abandonar las armas, y con gran acierto volvieron cada quien á sus lares. Este eclipse, que parece haberse efectuado el 28 de Mayo del año 584 antes de nuestra era, había sido anunciado por Thales.

Igualmente en el año 413 antes de nuestra era, el 27 de Agosto, el general ateniense Nicias se preparaba á regresar á Grecia después de una expedición en Sicilia. Pero asustado por un eclipse de Luna y temiendo la influencia nefasta del fenómeno retardó su salida y no pudo asegurar su retirada. Esta superstición le costó la vida; y es explicable pues, en esta época, el pueblo, que comprendía los eclipses de Sol, no comprendía cómo la Luna llena podía perder su luz ó adquirir un color rojo siniestro. El ejército griego fué destruido y este acontecimiento marcó el principio de la decadencia de Atenas.

Agatocle, rey de Siracusa, bloqueado por los Cartagineses, en el puerto de esta ciudad, escapó felizmente, pero fué inquietado el segundo día de su huida por la verificación de un eclipse total de sol (el 14 de Agosto de 309) que aterrorizó á sus compañeros. Como ellos se desesperaban : « Qué diferencia hay, les dijo Agatocle, entre mi manto y este que causa el eclipse, sino que el que produce estas tinieblas es más grande que mi manto? ¿Tenéis miedo de una sombra? »

El 1° de Marzo de 1504 un eclipse de Luna salva á Cristóbal Colón[1] amenazado con morir de hambre en Jamaica donde se le rehusaban víveres por un populacho salvaje y revoltoso. Conociendo la proximidad de este eclipse por las efemérides astronómicas, él amenazó á los Caribes con privarlos de la luz de la Luna... y cumplió su palabra. Apenas el eclipse había comenzado, cuando los indios espantados se postraron á los pies del conquistador y le llevaron todo lo que él pedía.

1. Cristóbal Colón, ilustre navegante genovés, autor del descubrimiento de América, en 1492 (1441-1506).

En todos los tiempos y en todos los pueblos se encuentran huellas de creencias populares, relacionadas á la influencia de los eclipses.

En los Estados Unidos, durante el eclipse total de sol de 1878, un negro, temiendo que era el fin del mundo, degolló á su mujer y á sus hijos, precaución muy inútil si el mundo tenía que acabar.

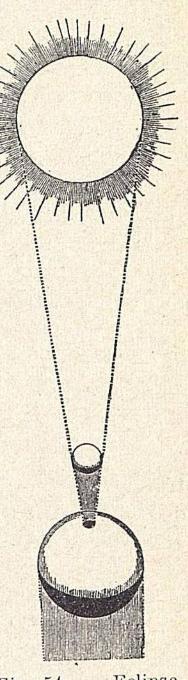


Fig. 54. — Eclipse de Sol.

Pero, ¿de qué no se aconseja la malicia ingeniosa? Cuando el eclipse que atravesó el Natal, el 16 de Abril de 1874, los indios que se habían civilizado con el contacto de los europeos, reclamaron doble paga, pretendiendo, que ellos tenían razón, que eran dos días distintos separados por una noche por corta que hubiera sido. A su vez el propietario de un yacimiento diamantífero del Natal convocó á sus obreros negros y los anunció que el Sol iba á morir, pero que, sin embargo, consentiría aún en vivir algunos años si se le hacía el regalo de un gran diamante. Los sencillos mineros negros escarbaron tan bien la roca que encontraron una piedra preciosa de cerca de 45 quilates. « Yo creo que esto bastará, les dijo éste examinando el diamante, en todo caso si el Sol está enfermo, se restablecerá pronto. »

En China, los eclipses son todavía hoy objeto de ceremonias importantes con objeto de restablecer la regularidad de los movimientos celestes.

Pero volvamos á la realidad astronómica.

Los eclipses de Sol y de Luna se reproducen después de un intervalo de 18 años 11 días. Basta pues anotar los eclipses observados durante este período para conocer todos los que se presentarán en el porvenir y los que han



tenido lugar en el pasado; solamente que no son visibles en los mismos puntos del globo y para determinar estos puntos son necesaríos cálculos especiales.

Los últimos hermosos eclipses totales de Sol han sido los del 28 de Mayo de 1900 y 30 de Agosto de 1905.

Estos grandes fenómenos celestes producen siempre una profunda impresión en el espíritu de aquellos que han tenido la dicha de presenciarlos. El inmutable esplendor de los movimientos celestes conmueve el espíritu del contemplador. Con la absoluta precisión del cálculo astronómico, nuestro satélite, gravitando alrededor de la Tierra llega á estar sobre la línea teórica tirada del astro del día á nuestro planeta y se interpone gradual, lenta y exactamente delante de él. Después el globo oscuro de la Luna, continuando su curso regular, descubre al Sol y termina su paso delante de él.

Hay en esto para todo observador, una doble lección filosófica, una doble impresión : la de la magnitud, de la omnipotencia de las fuerzas inexorables que rigen al Universo y la del valor intelectual del hombre, de este átomo que piensa, perdido en otro átomo, y que, por el trabajo de su débil inteligencia, ha llegado al conocimiento de estas leyes que lo llevan á él lo mismo como al resto del mundo, en el espacio, en el tiempo y en lo desconocido.

§ 29.

Viajeros sin saberlo. — La Tierra gira alrededor del Sol. — El record del automóvil.

Varios diarios ingleses han referido, al principio del año de 1907, la historia poco banal de un joven que cansado de levantarse todas las mañanas, de sostenerse en sus piernas, de caminar, de estar en movimiento y sin duda también de trabajar, declaró un día á su familia que estaba decidido á no menearse más, y á pasar el resto de

sus días en la más completa inmovilidad. Diciendo esto unió la acción á la palabra, se puso en cama y á pesar de las súplicas de las personas que lo rodeaban, á pesar de las privaciones y de los castigos que se le impusieron, él se obstinó en su extravagante resolución durante catorce años enteros. Tal vez no se hubiera jamás enderezado, si un acontecimiento imprevisto no hubiera venido á sacarlo de su torpeza. Su madre y su hermana que se sacrificaban y se ocupaban de él como de un niño, aunque tuviese treinta años, cayeron las dos al mismo tiempo gravemente enfermas. La situación llegó á ser crítica para el hombre acostado; el hambre le atenaceaba el estómago, no había nadie que le diera de comer y sintió la necesidad de tomar una resolución suprema : vencer su inercia ó morir.

Impulsado por el instinto de conservación, bajó de su cama y se volvió á encontrar en la posición vertical. Pero no pudo mantenerse sobre sus piernas, demasiado débiles para soportar el peso de su cuerpo, ni dar dos pasos, habiendo olvidado por completo la manera de caminar.

Ciertamente que este personaje raro tenía horror á los viajes; él no había soñado jamás ir á la Luna ni aun dar la vuelta alrededor del mundo. ¡Qué digo! probablemente jamás había tomado un tren. El quería ante todo la inmovilidad y yo apostaría que no habría podido soportar la vista de un automóvil lanzado como una tromba por un camino polvoso.

Pues bien! á pesar suyo y sin que él lo sospechara, este ser asido á su lecho como un molusco á la roca, viajaba...

Sí, viajaba no solamente de día, sino también en la noche, sin descanso. Los meses pasaban, se sucedían los años y él viajaba siempre dejando tras de sí millones y millones de kilómetros. El día que se levantó después de catorce años pasados en su cama él había hecho sin saberlo más de trece billones (trece veces mil millones) de kilómetros.

En esta anécdota, tal vez será para muchas personas este detalle el más original. Ahora bien, sin pensarlo



hacemos nosotros otro tanto. Todos viajamos perpetuamente, llevados en el cielo por el más perfeccionado de los coches automóviles, movidos por una fuerza más poderosa que el vapor, más imperiosa que la electricidad. Este automóvil que bate todos los records, es la Tierra que vuela en la inmensidad á razón de 2 563 000 de kilómetros por dia, ó 106 800 kilómetros por hora, ó 1 700 kilómetros por minuto ó bien cerca de 30 kilómetros por segundo, describiendo alrededor del Sol una vasta curva que emplea un año ó 365 días en recorrerla.

Su velocidad es pues cerca de mil cien veces más rápida que la de un tren caminando 100 kilómetros por hora. Como dicho tren va mil cien veces más rápido que una tortuga, si se pudiera lanzar una locomotora á perseguir á la Tierra en el espacio, seria como si se enviara una tortuga á correr tras de un tren expreso.

Lo que hay más maravilloso aún, es que las montañas, los océanos, las ciudades, los animales, el pájaro que hiende el aire, la serpiente que se arrastra, el pez del fondo del mar, el más pobre de los hombres como el más rico, el más tullido, lo mismo que el más vivaracho, los niños de cuna, los ancianos impotentes, todos, sin excepción, de grado ó por fuerza, que estemos sentados ó de pie, durante nuestro sueño ó estando despiertos, todo lo que existe en la Tierra, participa de esta carrera vertiginosa á través de la inmensidad. Participando de todos los movimientos del globo, con todo lo que nos rodea, no podemos sentir estos movimientos y no se ha podido demostrar sino por la observación de los astros que son independientes.

Si observamos atentamente el cielo estrellado en diferentes épocas del año y siempre casi á la misma hora, notaremos que no son constantemente las mismas estrellas las esparcidas en los cielos, tal grupo de estrellas que nos había impresionado por el brillo de sus componentes y que veíamos al principio de la noche brillar al oriente, se presenta, algunas semanas más tarde, en medio del cielo, aunque sea á la misma hora; en seguida se ve al occidente



al principio de la noche, después desaparece enteramente. Pero, al mismo tiempo otras estrellas salen por el este, apareciendo cada noche más altas en el cielo, y después de cierto tiempo parece que ellas también huyen hacia el poniente.

Sin embargo al cabo de un año, las estrellas vuelven ante nuestros ojos en el mismo orden que el año precedente; se suceden los mismos aspectos celestes, como si el cielo todo entero girara alrededor de nosotros en 365 días, trayendo periódicamente las mismas estrellas á la vista de nuestra observación. En realidad, lo que sucede es que la Tierra se desaloja y gira al rededor del Sol en un año. De este movimiento resultan cambios de perspectiva en el cielo. Lo mismo que nos pasa con la Tierra cuando caminamos. Por ejemplo, si paseamos alrededor de una fuente, de un prado vemos sucesivamente todos los detalles de la región que nos rodea. Supongamos que estamos en París y que damos la vuelta á la fuente de Luxemburgo. Cuando tenemos el Senado á nuestra derecba, tenemos la fuente á nuestra izquierda, queda delante de nosotros la terraza plantada de grandes castaños que conduce á la calle de Luxemburgo y un poco á la derecha las torres de la iglesia de San-Sulpicio. A medida que avanzamos alrededor de la fuente, estas torres desaparecen detrás de nosotros, la terraza pasa á nuestra derecha y vemos á lo lejos el Observatorio. Un momento después, esta misma terraza del oeste (la del juego de pelota, de los títeres y de los caballitos) desaparecen á su vez, y la otra terraza, la que conduce á la calle Médicis, se presenta á nuestros ojos, de frente, con la cúpula del Panteón en el fondo del paisaje. En este momento el Observatorio está á nuestra derecha, pero muy pronto ya no lo veremos. En fín después de una vuelta completa alrededor de la fuente, el Panteón pasa detrás de nosotros, el Senado se encuentra desde luego delante de nosotros, en seguida á nuestra derecha. Comenzando una segunda vuelta, observaremos sucesivamente los mismos aspectos. Notemos que recorriendo un camino circular ó casi circular, nos sería imposible abarcar de un



golpe de vista, el Senado, el Panteón, el Observatorio, las torres de San-Sulpicio y las dos terrazas del jardín de Luxembourgo [1].

Ahora bien, durante el viaje circular anual de la Tierra alrededor del Sol, pasa lo mismo para nosotros relativamente á las estrellas. A medida que nuestro globo avanza describiendo una curva, descubrimos nuevas estrellas, y las que vimos anteriormente parecen deslizarse por el occidente, es decir detrás de nosotros relativamente á la dirección del movimiento de la Tierra. Sucesivamente las diversas regiones estrelladas desfilan ante nosotros y al cabo de un año, después de una vuelta completa, la misma serie de aspectos se representa á nuestros ojos.

Vivimos en plena ilusión, sobre una bola que nos parece plana, sobre un globo movible con apariencia de fijo, rodeados de estrellas que nos parece que caminan, mientras que en realidad es nuestra habitación la que se desaloja.

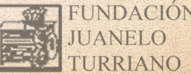
Estamos en movimiento perpetuo y se puede decir que la Tierra es verdaderamente el mejor equilibrado y al mismo tiempo el más rápido de los autobus (diminutivo de autoómnibus). Es precisamente el nombre que le conviene, puesto que transporta á todo el mundo. Ciento seis mil kilómetrós por hora, no lo olvidemos. Y con ella no hay detenciones ni choques. Sin tregua ni reposo, prosigue su camino en el silencio absoluto de los cielos.

§ 30.

Climas y estaciones.

Después de haber hablado de la rapidez fantástica de nuestro automóvil celeste, la Tierra, no deja de tener

1. Es fácil, en todas las localidades, imaginar un ejemplo análogo.



interés seguirla, con el pensamiento, en su viaje anual alrededor del astro del día.

Sacrificaremos aún con gusto una naranja para dar la idea de este movimiento en el estilo habitual de nuestros trabajos astronómicos, delante de una lámpara, Sol de ocasión que desempeña muy modestamente su grandioso papel.

Pero nuestro experimento se complicará porque paseando al rededor del foco de calor y de luz, nuestro globo realiza la pirueta cotidiana que conocemos, es decir su rotación diurna, á la manera que un *clown* que diera la vuelta en un circo ejecutando tantas volteretas como fueran necesarias para llegar al punto de partida, después de haber descrito un gran círculo en la pista.

En la naturaleza este doble movimiento está admirablemente arreglado : da la vuelta en 24 horas ó *un día*, pasea alrededor del Sol en 365 días ó sea *un año*. El mecanismo es perfecto.

Para nosotros se presenta otra dificultad : cuando tenemos una naranja atravesada por una aguja, se considera á ésta como el eje de la Tierra y puede estar sostenida en posición vertical, horizontal ó más ó menos inclinada.

Ahora bien, es precisamente esta última posición la que corresponde á la realidad : el eje imaginario de la Tierra está inclinado, y su inclinación permanece siempre la misma de un año á otro.

La Tierra está en su órbita como un hombre que corre y que, arrastrado por el movimiento rápido de la marcha, inclina la cabeza y el busto hacia delante, inclinándose sobre el camino.

Solamente que en lugar de inclinarse avanzando delante, la Tierra se inclina de lado.

Se tendrá una idea exacta del movimiento anual de la Tierra alrededor del Sol examinando atentamente nuestra figura 55.

Vemos ahí doce rueditas colocadas á lo largo de una línea curva que no es enteramente circular. En efecto la órbita de la Tierra ó, si se prefiere, el camino recorrido

por ella en un año, ó 12 meses, ó 365 días, no es un círculo perfecto; es una *elipse*[1].

El Sol iluminador ocupa el centro, ó mejor dicho uno de los focos. Estas doce bolas muestran el aspecto de la Tierra durante los doce meses del año, y notamos en seguida que nuestro globo no se presenta siempre de la misma manera al Sol. En Junio, el punto blanco, que en la figura indica el polo Norte, está muy inclinado hacia el astro del día. Pero, conservando siempre la misma dirección el eje de nuestro globo, sucede que á los seis meses, en Septiembre, es el polo Sur el que se presenta al Sol.

De esta interversión de los polos delante del foco de calor y de luz, resultan las *estaciones* y una diferencia en la duración del día y de la noche según los países en que se vive.

Se tendrá una idea más exacta examinando la figura 56. Representa la posición de nuestro globo en el mes de Junio. Es este un aumento de uno de los pequeños globos de la figura precedente. En esta época la Tierra inclina hacia el ardiente Sol su polo norte. Todo el hemisferio boreal recibe pues más directamente los rayos solares y por consiguiente se calienta más. Fuera de esto, la extensión de la sombra y de la luz no son iguales, ésta se desborda sobre aquélla y el círculo que las limita no pasa por los polos. El espacio iluminado es más amplio en el hemisferio Norte, el nuestro. He aquí lo que se nota al primer golpe de vista.

Se reconoce fácilmente la Francia atravesada, como Europa, por el 50 avo círculo de latitud. Puesto que la Tierra gira en 24 horas, nuestro país pasa alternativamente por la sombra y por el espacio iluminado, pero en esta época da su vuelta la mayor parte en la luz. Nosotros tenemos entonces los días más largos y las noches más cortas. Ahora bien durante el día, el suelo y el aire almacenando el calor solar se calientan. Por el contrario, durante la

1. Véase *Iniciación matemática*, por C.-A. Laisant, § 59.



noche, perdiendo cierta cantidad de su cosecha de calor, se enfrían. Sin embargo, cuando los días son largos y las noches cortas la ganancia excede á la pérdida. Es el *Estío*, la estación caliente para nosotros y para todos los países del hemisferio boreal. Además es la época del año en que

Fig. 55. — Movimiento anual de la Tierra alrededor del Sol y producción de las estaciones.

el Sol parece subir más alto en el cielo al medio día, y donde recibimos sus rayos más ardientes porque nos llegan más perpendicularmente.

Por lo tanto, en este momento preciso, se produce el efecto contrario en el hemisferio opuesto. Vemos, en la misma figura, abajo del gran continente africano, una punta que representa el Cabo de Buena Esperanza. Esta región da diariamente una vuelta en que la mayor parte



se pasa en la sombra; para ella es la época de los días cortos y las noches largas; el suelo y el aire no tienen tiempo de acumular el calor solar y sus provisiones son tanto más pobres cuanto que los rayos del Sol cayendo más oblicuamente dan menos calor. Mientras que nosotros estamos en estío, los habitantes de este país están en el invierno. Entre nosotros las flores se abren, los frutos se sazonan, los trigos dirigen sus espigas doradas hacia el flamante Sol. Allá se tirita de frio, las aldeas se pierden bajo la nieve, los paisajes son sombríos y helados.

Pero á toda capillita le llega su fiestecita, como dice un antiguo proverbio. Seis meses más tarde, los papeles se cambian. El polo austral inclina á su vez sus nieves eternas hacia el Sol y todas las comarcas del hemisferio austral vienen, durante los largos días del estío, á calentarse en el foco solar mientras que la noche envuelve el polo norte y domina en las regiones del hemisferio boreal. A nosotros nos toca tener entonces los días cortos y frios, las escarchas y las miserias del *Invierno*. La naturaleza parece desolada; los paisajes revisten un aspecto tan diferente del que tenían en el estío que casi cree uno que está en otro mundo. Gran número de pájaros presurosos huyen friolentos hacia los países meridionales y parece que cazan al Sol. Felices esos pequeños seres alados! Nosotros debemos resignarnos á soportar estoicamente los días rigorosos. Se patina sobre nuestros lagos; los niños se dedican á furiosos combates con las bolas de nieve.

Durante este tiempo los boeros del Transvaal se lavan la frente con esponja, se quejan del ardor del Sol, de la temperatura demasiado elevada de Enero! Aquí, se sucumbe de frío, mientras que allá se muere de calor.

Cuando el círculo límite de la sombra y de la luz pasa exactamente por los polos, dividiendo á la Tierra en dos partes iguales, y el astro radiante brilla precisamente sobre el ecuador, nosotros tenemos la primavera, la estación encantadora en la que la naturaleza parece renacer después del entorpecimiento del invierno. Los nidos se pueblan, los bosques se adornan de verdura, las



lilas embalsaman nuestros jardines. Un soplo de regocijo acompaña el regreso de los hermosos días.

Al mismo tiempo, en los países del hemisferio austral llega el otoño. Pero, seis meses más tarde ellos asisten á su vez al despertar de la naturaleza; la primavera viene á dulcificarles las tristezas del invierno, mientras que las vendimias nos anuncian el otoño.

Nuestro autobus está tan bien construído, su movimiento

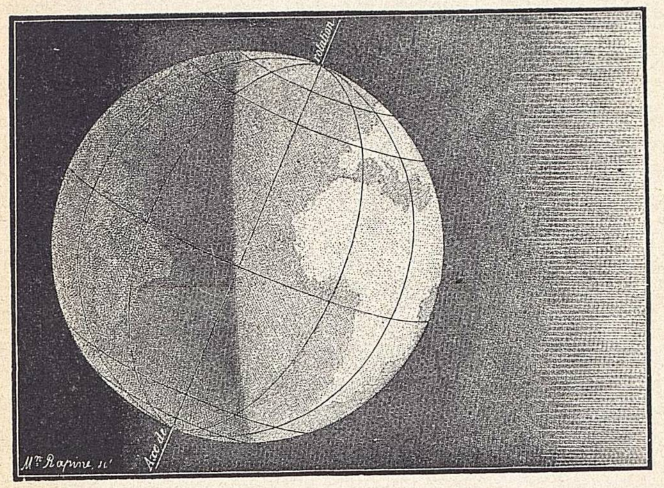


Fig. 56. — La Tierra en el solsticio de Junio.

es tan regular, la Tierra sigue tan fielmente su camino que llega siempre en fecha fija á los diferentes puntos de su órbita que marcan los cambios de las estaciones.

Examinemos las consecuencias de esta marcha á partir del 22 de Marzo. Como nada sobre la Tierra nos revela su movimiento, debemos relacionarnos con el desalojamiento aparente del Sol. Observándolo diariamente, á partir de la fecha arriba indicada, se puede notar que parece que se eleva diariamente, al medío día, un poco más alto que la vispera; al mismo tiempo la duración de la claridad solar aumenta. Esta marcha ascendente continúa hasta el 21 de

Junio. En esta fecha el Sol detiene su ascensión; estamos en el *solsticio de estío* (solsticio significa detención del Sol). Los rayos solares caen casi rectos sobre nosotros y es este día el más largo del año para todo el hemisferio boreal.

Pero desde el día siguiente, el Sol parece que no alcanza en el cielo al medio día, sino una altura menor, y en adelante cada día se eleva un poco menos alto que el día anterior. La duración de la claridad solar, á partir de esta época, decrece también para nosotros. El día es igual á la noche para toda la Tierra el 21 de Septiembre. Es este el *equinoccio de otoño*.

Sin embargo el 22 de Septiembre, el Sol parece aun subir un poco menos alto, y durante cerca de tres meses continúa elevándose menos y menos cada día. Los días se acortan y cuando la Tierra ocupa exactamente la posición opuesta al solsticio de estío, llegamos al *solsticio de invierno*. El 21 de Diciembre es la época del año en que los días son más cortos. Pero desde el día siguiente, el astro solar vuelve á subir, cada día gradualmente, á una altura más grande que la víspera. Poco á poco se eleva más; se ve aclarar más pronto la mañana y más tarde la noche; los días se alargan con detrimento de las noches.

El 21 de Marzo, fecha del *equinoccio de primavera*, el día y la noche tienen igual duración en toda la Tierra; el 22 el día sobrepasa un poco á la noche y sigue así hasta el 21 de Junio.

Esto que observamos en nuestro hemisferio se produce idénticamente en las mismas condiciones en el otro hemisferio, pero con seis meses de intervalo.

Así es que la duración del día varía según las estaciones, pero también según la latitud de los países.

En el ecuador se tiene constantemente doce horas de día y doce horas de noche. Yendo del ecuador á los polos, la diferencia de duración de la iluminación solar del día más largo al día más corto aumenta gradualmente.

En París se cuentan cerca de 16 horas de claridad solar (de cuatro de la mañana á ocho de la noche) el 21 de Junio; seis meses más tarde, el 21 de Diciembre, no tenemos



más que ocho horas (de ocho de la mañana á cuatro de la tarde).

Más al norte, en Stockholmo, capital de Suecia, se tienen 18 horas el 21 de Junio y solamente 5 horas el 21 de Diciembre.

Avanzando todavía más en las regiones polares, en el norte de la Rusia, de la Noruega, etc., el Sol no se oculta el día del Solsticio de estío y se desliza á media noche arriba del horizonte. Este es el *sol de media noche* que encanta mucho á los contempladores de paises más meridionales, curiosos de leer su periódico á la luz de la inextinguible lámpara celeste. Pero, en revancha, el Sol no sale durante todo el día del Solticio de invierno.

Desde estos países hasta el polo, el Sol no se pone ó no sale todos los días. Por ejemplo, los esquimales de la Groenlandia, al norte de América, permanecen muchos meses cada año sin verlo. Durante esta larga y triste noche, estos desheredados de la naturaleza permanecen ocultos, revueltos hombres, mujeres y niños, en el fondo de sus miserables guaridas, como los animales en sus cavernas. Unos viven sin vestidos, otros cubiertos de pieles de osos ó de zorra azul. No tienen ni camas para dormir, ni sillas donde sentarse, ni mesas para comer, ni leña para calentarse. Solamente una mecha impregnada de aceite de foca arde en un rincón del lúgubre recinto : es á la vez el Sol, la lámpara, el calorífero de estos pobres seres.

Pasan así la penosa noche del invierno glacial, en estrechas cabañas, bajo un techo de nieve dura, teniendo por vecinos los osos y las focas. Estas les son por otra parte muy útiles. En efecto la carne de foca sirve de alimento á los esquimales, durante la mayor parte del año; su piel la utilizan para los vestidos y su aceite para el alumbrado.

La Tierra gira, pero el Sol no se levanta encima de los mares glaciales. Se pasan meses enteros. Por fín después de una larga espera, el astro luminoso reaparece. Cada día que pasa, el Sol permanece más tiempo arriba del horizonte, pues, cuando el estío llega, no se oculta ya. Durante 65 días seguidos, los esquimales ven al Sol dar



vueltas alrededor de su cielo sin jamás descender abajo de su horizonte. El sol brilla á media noche como al medio día. El día sucede al día y lo mismo se puede cazar pingüinos á las 11 de la noche que á las 10 de la mañana. No hay aurora, ni mañana, ni crepúsculo.

Es el día que parece ser eterno. Los esquimales le apro-

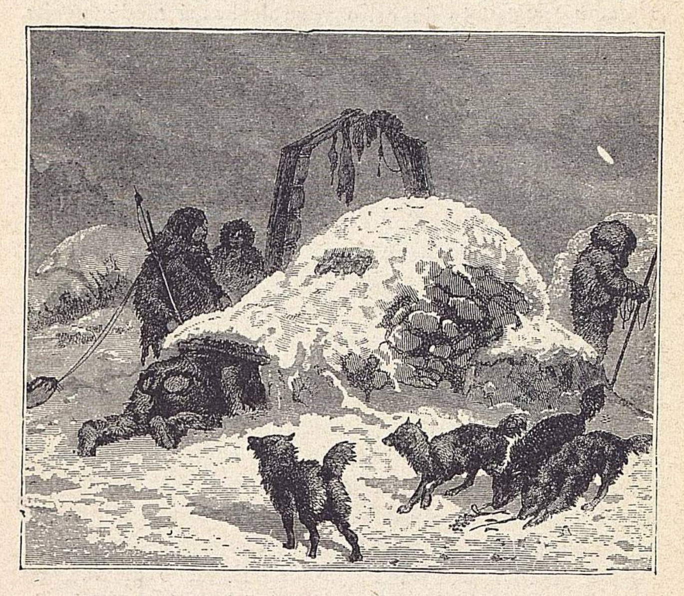


Fig. 57. — Habitantes de las regiones boreales extremas. Los Esquimales.

vechan para hacer numerosas provisiones, producto de sus cazas, las que amontonan en vista de la reclusión en que viven en el invierno siguiente.

Naturalmente todos los países situados á la misma latitud (70 grados) que la Groenlandia, permanecen igualmente sumergidos durante varios meses en la noche invernal y tienen también 65 días de iluminación solar, 65 días durante los cuales el Sol no sale ni se pone, y permanece constantemente visible á toda hora.



Aproximándose aún más al polo, por ejemplo en Spitzberg (78° de latitud norte), donde van con frecuencia visitas de Europeos y Americanos, el Sol permanece todavía más tiempo oculto durante el invierno, pero también brilla después durante 134 días consecutivos vertiendo su apacible calor sobre estas comarcas heladas y haciendo reverdecer las raquíticas y solitarias selvas liliputienses en las cuales los árboles más grandes miden solamente algunos centímetros de altura. Son estos árboles raros para nosotros en comparación de las encinas, los castaños, los álamos de nuestras regiones templadas, y los viajeros, fatigados por largas caminatas sobre la tierra endurecida, no pueden ni siquiera pensar en reposar á la sombra de estos bosques. Es preciso decir que en estos países, no se debe á menudo buscar la sombra, y los raros exploradores que invernan en estas regiones poco hospitalarias, se consideran felices de salir de una noche no interrumpida durante muchos meses, buscando seguramente el Sol más que la sombra durante este único día de 3216 horas!

Por último, en los mismos polos, el año se divide en un largo día de cerca de 7 meses y una larga noche de cerca de 5 meses, la cual no está alumbrada sino por las estrellas, la claridad de la Luna y las pálidas luces de las auroras boreales. (El día dura más de seis meses á causa del interminable crepúsculo ocasionado por la refracción de la atmósfera.)

Esta diferencia en la duración del día y de la noche, según la posición de la Tierra delante del Sol, ha hecho dividir el globo terrestre en varias zonas, á las que se relacionan las diferencias del clima :

1° La zona tropical, situada á uno y otro lado del ecuador. Esta es la región más cálida; está limitada por los trópicos.

2° Las zonas templadas, para las cuales el Sol se pone todos los días.

3° Las zonas glaciales, trazadas alrededor de los polos, para las cuales el Sol permanece constantemento arriba ó abajo del horizonte varios días ó aun varios meses.



Estas zonas están limitadas por los círculos polares.

Las extensiones de estas zonas son muy desiguales. Las dos zonas templadas, las más favorables para la habitabilidad humana y para el desarrollo de la vida civilizada, ocupan más de la mitad de la extensión de la Tierra; las zonas glaciales, inhabitables, por decirlo así, forman una fracción muy pequeña.

§ 31.

Tres amigos en el cielo.

La Tierra hace cada año delante del Sol 365 volteretas — ó piruetas, si se encuentra este calificativo más conveniente para el globo que nos lleva consigo — completando su revolución anual alrededor de este mismo Sol. Ella rueda, gira y por consiguiente nosotros también, aunque no experimentemos ninguna sacudida y que no nos percibamos de ello.

Sin embargo, los movimientos de la gran bola que nos lleva en la inmensidad de los cielos no pueden sernos indiferentes. Puesto que la Tierra camina se puede preguntar qué llegaría á ser de nosotros si por casualidad se detuviera! Seguramente pasaríamos un mal cuarto de hora ¡qué digo! un mal segundo, pues nuestra salida sería expedita. La muerte para todo lo que está en la Tierra sería instantánea, el movimiento de rotación y el de translación, de los cuales nuestro planeta está animado, se transformaría en calor y reduciría al globo entero en vapor. Felizmente no tenemos que temer esta fantasía por parte de nuestro mundo. Los principios de la mecánica celeste se oponen absolutamente. El día en que la Tierra no girara más sería porque el Sol estaba muerto; ella misma habría dejado de vivir mucho tiempo antes y la humanidad la habría precedido en este vuelo final.

No, la Tierra no dejará de girar, en tanto que el buen Sol viva. Evidentemente sin él nada caminaría. Pero él



está ahí. El lleva á la Tierra como en la extremidad de un invisible brazo extendido, la sostiene en el cielo, la hace vivir, la calienta y la alegra con sus espléndidos rayos. Si ella no perturba jamás su órbita, es porque está detenida como por un hilo en la red de la atracción solar. Dócil, ella obedece al impulso del astro del día y en cambio recibe la luz y el calor protectores de la vida.

Un comercio perpetuo, cuya extensión aún no podemos apreciar, se ejerce entre el Sol y la Tierra. La Luna no está excluida de este tráfico y también participa de él. El Sol, la Tierra y la Luna forman, por decirlo así, un grupo de tres amigos inseparables.

Ya hemos visto cómo la Tierra la guía, la hace girar alrededor de nosotros y la arrastra en su viaje anual alrededor de su gobernador en jefe, el Sol! Desde que existe, la Luna escolta á nuestro gran globo en sus peregrinaciones celestes, y es lo que le vale su título de *Satélite* de la Tierra. Ella la sigue ó bien la precede, lo mismo que hace un niño que en el paseo se divirtiera girando alrededor de su madre mientras ella caminara siempre con igual paso.

Sol, Tierra, Luna, he aquí tres nombres inseparables para nosotros, que forman un grupo muy simpático. En vano trataríamos de que nos fueran indiferentes, la naturaleza nos obligaría á pensar en ellos. Admiramos constantemente la obra del Sol en la creación terrestre entera, su acción sobre la vida de los seres, del más débil al más fuerte. Vemos la influencia de la Luna en las *mareas*, pues es ella quien diariamente, casi dos veces en veinticuatro horas levanta las aguas de los mares encima de las cuales se cierne; produce el flujo al que sigue el reflujo, el eterno movimiento ondulatorio de las ondas de crestas de espuma y es á ella hacia donde vuela el canto lastimero de las olas que hacen el asalto de las playas. Sin ella el océano no sufriría esta oscilación periódica y no tendría otra agitación que los remolinos producidos por el viento.

Así es que los astros obran unos sobre otros. El Sol hace girar á la Tierra alrededor de él y ésta hace girar á la



Luna alrededor de ella. Jamás ha habido amigos más estrechamente unidos que estos tres; jamás ha habido asociación más armoniosa.

Podríamos también notar que el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra efectuándose alrededor del centro común de gravedad de los dos astros Tierra-Luna, nuestro planeta avanza ó retrocede en el espacio según que la Luna esté delante ó detrás. Igualmente se hace sentir la acción de los otros planetas, de manera que, en realidad, nuestro movible globo es el juguete de doce movimientos diferentes. Hemos explicado anteriormente los dos principales : la rotación diurna y la translación anual alrededor del Sol. Los otros son perturbaciones de menor importancia.

No veamos á los astros como simples adornos en el cielo. Cada uno de ellos tiene su papel. La Tierra y la Luna deben caminar de acuerdo en la radiación solar hacia un destino común.

Pero es tiempo, ahora, de dejar la Tierra, el Sol y la Luna y de que volemos en pleno cielo.

§ 32.

Las constelaciones.
Viejas leyendas relatadas por el cielo.
El Zodíaco. Una menagerie celeste.

Hemos visto al Sol atravesar nuestro cielo en el brillo radiante del día. Concentrando toda nuestra atención en este astro espléndido, nuestra vista se desengaña y la realidad ha triunfado de las apariencias. Hemos reconocido en nuestro mundo un astro del cielo, una bola suspendida por hilos invisibles al Sol todopoderoso, foco de luz, de calor, de vida y girando alrededor de él en un año, dando volteretas sobre sí misma en veinticuatro horas.

Sucesivamente hemos admirado la obra del Sol en la



naturaleza, después hemos soñado en la sombra de la noche bajo los pálidos rayos del astro nocturno. Entonces nos hemos interesado por la Luna, hemos interrogado su faz enigmática y nuestras investigaciones nos han hecho adquirir nuevos conocimientos.

Ahora, la noche es negra. Henos aquí privados del Sol hasta la mañana siguiente y la Luna, continuando su invariable curso alrededor de la Tierra, está invisible. Tal vez aparecerá más tarde, mostrando su disco escotado hacia el oriente, si es la época del último cuarto, pero tal vez prolongue su ausencia dos ó tres noches seguidas y entonces está en conjunción con el Sol.

Sin embargo, la atmósfera está pura y el cielo no está desierto. Una multitud de puntos luminosos tachonan el espacio inmenso. En el oscuro vacío, las estrellas cintilan. Parecen como diseminadas al azar, tan numerosas y tan próximas unas de otras, se dirá, que parecería temerario querer nombrarlas separadamente. No obstante, hay algunas particularmente brillantes que excitan especialmente nuestra atención. Después de un momento de observación, notamos enmedio de este desorden aparente una cierta regularidad en la disposición de estas luces cintilantes. Vemos cuadrados, rombos, figuras geométricas variadas ó raros alineamientos de estrellas que nos inspiran comparaciones creadas por la fantasía de nuestra imaginación.

En los tiempos en que la Astronomía no era sino una noble contemplación, sin descanzar en ninguna base científica, los iniciadores de la ciencia, los primeros observadores del cielo, aquellos por lo menos cuyos nombres ha conservado la historia, no teniendo ninguna idea exacta de la verdadera naturaleza de las estrellas, y considerando estas vacilantes luces como flamas celestes, encendidas diariamente en el cielo de la tarde con el único objeto de atenuar las tinieblas de la noche, estos precursores de los descubrimientos modernos tuvieron la idea de sacar un partido útil de la disposición de las estrellas en grupos fáciles de reconocer. Tal fué el origen de las constela-



ciones. Los pastores de Caldea, y sobre todo los nómades emigrantes, los camelleros atravesando los desiertos áridos, los navegantes para guiarse sobre los mares, donde no hay trazado ningún camino, pensaron desde luego, en ver á las estrellas como preciosos faros celestes y eligieron en el cielo señales invariables á las que pudieran preguntar la dirección de sus rutas.

Habían adquirido un conocimiento esencial, notando que la forma de las constelaciones no cambia cuando se desaloja uno en la superficie de la Tierra; siempre se suceden las mismas figuras en el mismo orden y las estrellas conservan sus posiciones respectivas á pesar del movimiento aparente del cielo. Así es que cuando ellos se encontraban aislados enmedio de las ardientes arenas del desierto ó de las llanuras líquidas uniformemente azules ó verdes del mar, volvían sus ojos hacia las estrellas y era entonces cuando veían encima de sus cabezas las constelaciones que les eran familiares y que les indicaban, por su posición, la vía de salvación.

Pero, para distinguir entre las estrellas estas figuras amigas, debieron darles sus nombres. Estos nombres sufrieron alteraciones hasta la época en que el firmamento estuvo poblado de los recuerdos mitológicos que nos han alcanzado.

Aunque las constelaciones llamadas con nombres de seres ó animales fabulosos no son visibles más que con los ojos de la imaginación, por poco que nos divirtamos en ensayarlas no podríamos ver todo lo que quisiéramos en lugar de las figuras legendarias, sin embargo es necesario conocer bien las constelaciones para volver á encontrarlas en el innumerable ejército de estrellas. Añadamos aún, que muchas de ellas, entre las más notables tienen aparte una denominación. Se designa las otras por una letra del alfabeto griego ó por un número de orden, teniendo cuidado de indicar á qué grupo pertenecen. Es enteramente igual á lo que pasa en la Tierra cuando, para distinguir una casa, se indica primero el nombre de la calle, después el número de orden de la casa en esta calle.



No queriendo hacer ahora la visita á ninguna estrella en particular sino deseando simplemente vagabundear en el cielo paseando nuestras miradas de una estrella á otra, para estudiar en su conjunto la geografía celeste, vamos á tomar algunos puntos de partida para no extraviarnos en el dédalo de los cielos constelados.

Elijamos primero la figura que todo el mundo conoce ó que todo el mundo puede ver en la próxima noche : la Osa Mayor. He aquí sus señas : se compone de siete her-

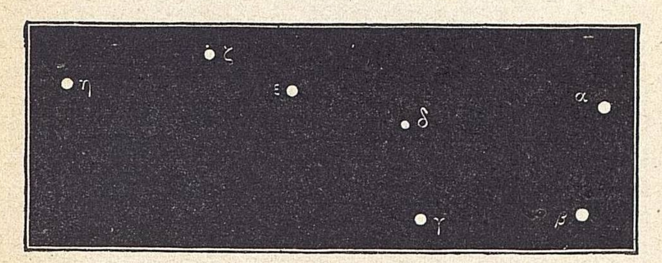


Fig. 58. — La Osa Mayor.

mosas estrellas de las cuales cuatro forman un gran rectángulo que comprende el cuerpo de este animal al que por otra parte no se parece. Las otras tres, dispuestas en fila, parten de uno de los ángulos y representan la cola. Para facilitar las investigaciones indiquemos inmediatamente, el mejor medio de encontrar estas siete estrellas : volved la espalda al Sur, es decir al punto en que el Sol brilla al medio día y mirando hacia el Norte, cualquiera que sea la estación del año, el día del mes ó la hora de la noche, veremos siempre esta magnífica constelación que jamás se pone para nuestras latitudes. Constantemente ella vela encima de nosotros y parece girar en veinticuatro horas alrededor de un punto fijo.

¿Qué es lo que esta osa viene á hacer en el cielo? Nadie lo sabe. Solamente puede afirmarse que esta constelación es de las más antiguas. Por más lejos que uno se remonte en la astronomía antigua, se oye hablar de ella. Pero ha



recibido, según las épocas y los diferentes pueblos, nombres muy variados. Para unos era un *Carro*; las cuatro estrellas del rectángulo marcaban las ruedas y las tres en fila representaban los caballos. Otros veían ahí « siete bueyes de labor » perdidos en los amplios pastos del cielo. Este fué el origen de la palabra *septentrión* (septem, triones, siete bueyes uncidos).

Otros pueblos han creido también reconocer la forma de una cacerola, de una canastilla, de un cucharón, etc., y nosotros podriamos alargar la lista añadiendo nuestras comparaciones personales. ¿Porqué no habíamos de llamarla también el Papelote, las cuatro estrellas del rectángulo figuran el cuerpo del juguete y las otras tres la cola?

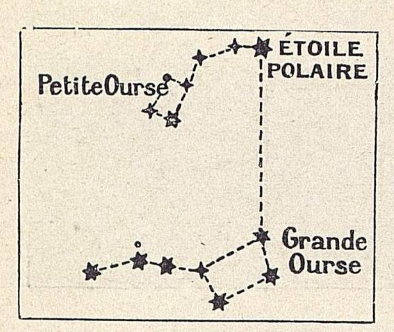


Fig. 59. — La Osa Mayor, la Osa Menor y la Estrella Polar.

Conservemos su nombre astronómico de Osa Mayor y notemos (fig. 58) que estas siete estrellas del Norte se designan generalmente por las siete primeras letras del alfabeto griego : α *alfa*, β *beta*, γ *gamma*, δ *delta*, ε *epsilon*, ζ *zeta*, η *eta*.

Explorando la misma región del cielo, se distingue, durante las noches muy limpias y sin Luna, otra constelación muy semejante á la Osa Mayor, pero más pequeña, menos brillante y dirigida en sentido contrario. Esta es la *Osa Menor* (ó Pequeño Carro), compuesta también de siete astros, como su hermana mayor. La estrella que representa la extremidad de la cola de la Osa Menor, ó el primer caballo de la yunta del Pequeño Carro, es la *Estrella Polar*, famosa entre todas. Su nombre le viene de que se encuentra en la supuesta prolongación del eje imaginario del globo terrestre del cual hemos hablado



anteriormente (§ 16), ó, explicado de otra manera : si nuestro globo fuera una mandarina colosal que se pudiera taladrar con una enorme aguja que ocupara la posición del eje de la Tierra, la punta de esta aguja parecería apuntar á la estrella polar.

Cada lugar de la superficie del globo terrestre completa en 24 horas una vuelta tanto más pequeña cuanto más distante del ecuador está el círculo descrito. Pero los polos que marcan las dos extremidades del eje ideal están, relativamente, inmóviles á los otros puntos de la Tierra.

Fijado el Polo Norte y suponiéndolo prolongado hasta las estrellas iría á dar en las cercanías de la Polar que como él permanece inmóvil. Alrededor de ella, las otras estrellas parecen describir en 24 horas círculos tanto más grandes cuanto que están más distantes de este punto del cielo. Esto no es más que una imagen amplificada de lo que pasa en la Tierra, pero no es una realidad. No sentimos los movimientos de nuestro globo, pero lo vemos en el desalojamiento aparente de las estrellas que parece que giran alrededor de la Polar, mientras que en realidad nosotros somos los que giramos.

Los navegantes fenicios habían observado que las estrellas de la región boreal del cielo estaban siempre en el mismo lugar, dispuestas á mostrarles el Norte; ellos las utilizaron para dirigirse por el Mediterráneo y el mar Rojo y fué lo que aseguró la supremacía de su comercio sobre los otros navegantes de esta época.

De todas las estrellas, la Polar es la que más importa conocer. Se la puede conocer fácilmente volviéndose hacía el Norte y, como jamás se mueve, no se puede confundir con ninguna otra estrella pues todas se desalojan con relación á ella.

Los griegos poetizaban todo. Poblaron la inmensidad de los cielos de recuerdos heroicos y encantadores, inmortalizando, por los nombres de las constelaciones, la historia de los dioses, de los semidioses y de los héroes de la antigüedad.

De este modo, las estrellas nos hablan del pasado; nos

cuentan viejas leyendas ilustradas por fantásticas imágenes celestes creadas por la imaginación de nuestros antepasados. Estos cuadros mitológicos no tienen ningún valor para la ciencia. Sin embargo sedujeron el espíritu soñador hacia el cielo. Se piensa en los héroes sublimes cantados por Homero, por Hesiodo, por Ovidio y anteriormente por los Egipcios y los Hindus. Insensiblemente, la contemplación conduce á la observación de las estrellas y á las aspiraciones astronómicas. No olvidemos que la poética contemplación de la naturaleza, del cielo estrellado, fué el primer paso de la humanidad hacia la Ciencia. Así es que no es inútil relatar estas fábulas á los niños que están siempre ávidos de lo maravilloso. Y las recibirán con tanto gusto como cualquier cuento de hadas.

Todos los pequeñuelos, niños ó niñas, tienen en los labios la misma cuestión : ellos quieren narraciones, historias burlescas, terribles ó conmovedoras y cuando se cree que están saciados, ellos piden más. Ahora bien, por el cuidado de nuestros antepasados, el cielo ha llegado á ser un verdadero libro de fábulas. Hojeémosle. He aquí un drama mitológico que hará que se conozcan varias constelaciones importantes del cielo boreal.

Casiopea, mujer de *Cefeo*, rey de Etiopía, tuvo la vanidad, un día, de creerse más hermosa que las Nereidas, á pesar del color oscuro de su piel. Estas ninfas, humilladas por tal pretensión, suplicaron al dios del mar, Neptuno, que las vengara de una afrenta tan cruel. El dios compasivo permitió que un monstruo marino ejerciera espantosos estragos en las costas de Siria. Para conjurar el azote, Cefeo encadenó á su hija Andrómeda sobre una roca, y la ofreció en sacrificio al terrible monstruo. Pero el joven Perseo, conmovido con tanta desgracia, montó violentamente el caballo Pegaso, modelo de corceles, tomó en la mano la cabeza de Medusa, que helaba de espanto, y partió para la roca fatal. Llegó, naturalmente, en el momento preciso en que el monstruo iba á devorar su presa; lo hizo huir presentándole la cabeza horrorosa de Medusa, y se apresuró á librar á Andrómeda desvanecida.

En conmemoración de estas hazañas, y para no hacer distinciones, toda la familia fué instalada en el cielo, donde los ojos de la imaginación pueden encontrarlos con ayuda de las cartas astronómicas.

Veamos del otro lado de la estrella Polar con relación á la Osa Mayor : notaréis cinco estrellas dispuestas en forma de W.

Esta es Casiopea, la causa del drama. Cefeo se encuentra cerca, pero menos feliz que su mujer, no posee, en su

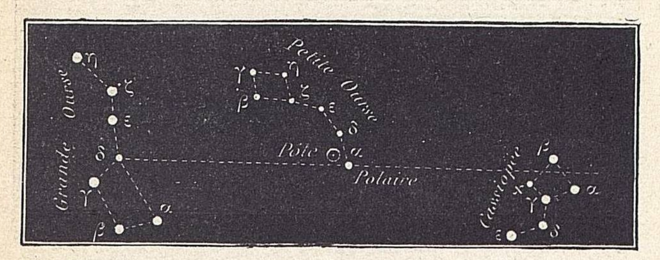


Fig. 60. — La Osa Mayor, la Osa Menor, la Estrella Polar, Casiopea.

radio celeste, estrellas muy brillantes. Estas dos constelaciones son, como la Osa Mayor y la Osa Menor, visibles siempre arriba del horizonte no importa la época del año ni la hora de la noche [1]. Pertenecen á la categoría de constelaciones *circumpolares* que no se ponen jamás.

Sin embargo, como parece que giran alrededor de la Polar en 24 horas, cambian de posición en el cielo, según la hora de la noche y la época del año ; ya se les ve derechas, ya invertidas y en cierta posición las cinco estrellas de Casiopea, con una sexta, más pequeña, dibujan el esquema de una silla ó de un trono, pero los alineamientos de las estrellas permanecen siempre los mismos y las constelaciones no se dislocan, á pesar del movimiento aparente del cielo entero alrededor de la estrella del norte.

1. Esto no es verdad para la ciudad de México cuya latitud es de 19° 26'. (*Nota del traductor.*)

En cuanto á las otras figuras de este memorable cuadro legendario (el carro de Perseo, el alineamiento de las estrellas de Andrómeda, colindando con el generoso Perseo) serán fácilmente reconocibles, en una hermosa noche de estío, con ayuda de las figuras adjuntas.

El cielo nos recuerda otras escenas mitológicas inmortalizadas por los nombres de las constelaciones. No obstante entre las estrellas más brillantes hay algunas que no ocu-

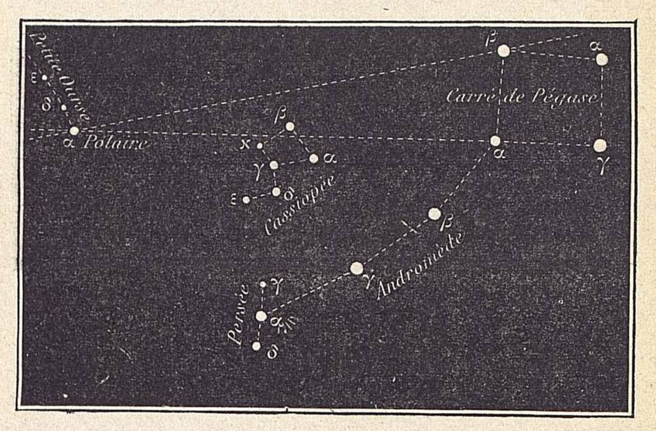
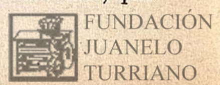


Fig. 61. — Casiopea, Andromeda, Pegaso y Perseo.

pan más que un lugar secundario en la fábula. Así puede verse no lejos de Perseo, una estrella muy hermosa llamada *Capela* ó la Cabra, de la constelación del Cochero, que aunque no ha desempeñado un papel importante en la mitologia, no por eso deja de atraer las miradas.

Lo misma pasa con el Boyero, que después de haber hecho todos los oficios ha quedado definitivamente designado á cuidar á los siete bueyes de labor (la Osa Mayor) ó las siete estrellas del norte. Una magnífica estrella amarilla color de oro, *Arturo*, indica la rodilla izquierda de este antiguo personaje. Es una de las más brillantes de nuestro cielo, y no se puede dejar de notarla. Muy cerca de ahí brilla la *Corona boreal* bonito semi-círculo de estrellas, que



la leyenda ha colocada sobre varias frentes, y en el mismo

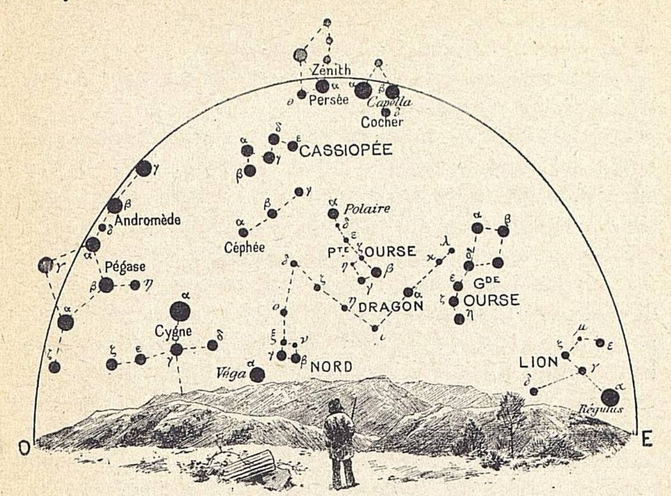


Fig. 62. — El cielo del norte en invierno.

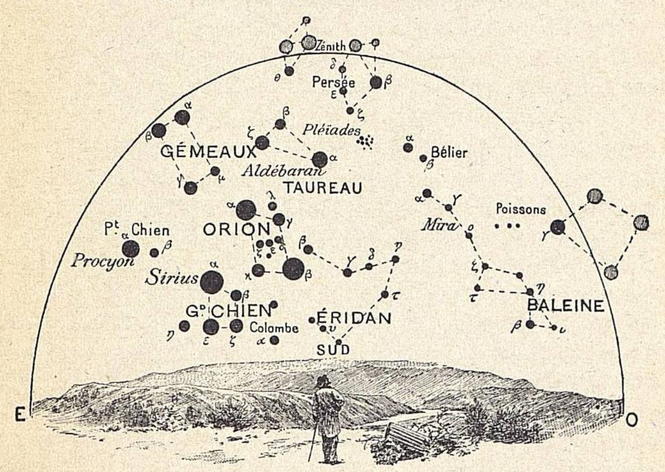


Fig. 63. — El cielo del sur en invierno.

rumbo, *Vega* que pertenece á la Lira, pequeña constelación rectangular, vecina de la gran cruz del Cisne. No

olvidemos el Aguila y Hércules el más célebre de los héroes de la Mitología griega, que ha hecho retumbar la Tierra y el cielo con el ruido de sus explosiones.

Todas estas últimas constelaciones son el ornamento de las limpias noches de estío.

Las estrellas no son, como creían los primeros observadores del cielo, pequeñas linternas de vacilantes flamas encendidas todas las noches por una vigilante mano invisible, con objeto de disminuir la oscuridad de la noche.

Ellas permanecen constantemente alrededor de la Tierra á todas las distancias, y si nosotros no las vemos, á mediodía, como á media noche, es sencillamente, *porque son opacadas por la luz del Sol.* Se pueden observar las más brillantes en pleno día, dirigiendo un anteojo astronómico exactamente hacia el lugar que ocupan. En las regiones polares donde la noche dura varios meses, se les ve constantemente siempre que la atmósfera está limpia. Lo mismo sucede durante los eclipses totales de Sol : las estrellas más brillantes cintilan en el firmamento.

Por otra parte hemos notado que todas las estrellas y el Sol parece que giran alrededor de nosotros en un año, cuando por el contrario, es nuestro globo el que se mueve alrededor del astro del día.

Puesto que las estrellas no son fuegos intermitentes, puesto que pueblan el cielo tanto de día como de noche, es evidente que como resultado del movimiento anual de la Tierra, el Sol debe encontrarse sucesivamente, con relación á nosotros, en dirección de diferentes constelaciones.

Sucede lo mismo, si giramos alrededor de un sillón colocado enmedio de una recámara; el sillón nos parecerá cambiar de posición, por perspectiva, relativamente á los otros muebles de la pieza. Nos parecerá estar en una línea recta que partiendo de nuestro ojo termina sucesivamente en los objetos dispersados en la pieza, alrededor del sillón.

Se da el nombre de *zodiaco* á una ancha faja de estrellas que forman como un amplio cinturón de constelaciones alrededor del Sol. Como consecuencia del movimiento



anual de la Tierra, sabemos que si la luz de las estrellas no fuera borrada por la claridad del día, veríamos al Sol ya

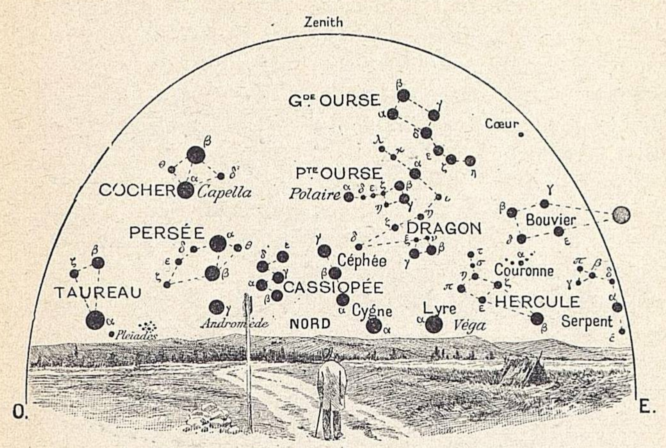


Fig. 64. — El cielo del norte en primavera.

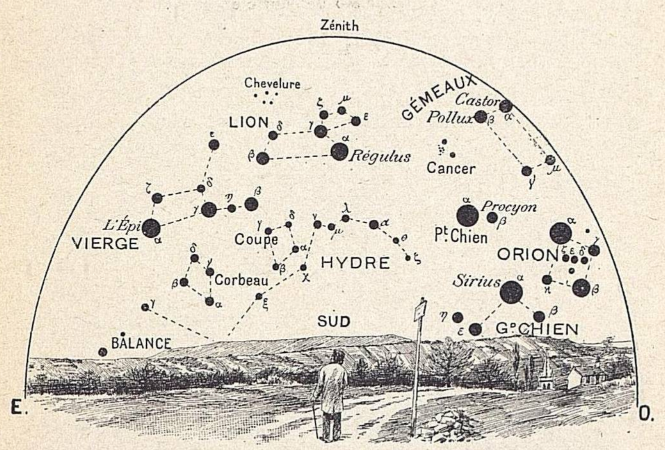


Fig. 65. — El cielo del sur en primavera.

en la dirección de tal región del zodíaco, ya en dirección de tal otra, y la posición de las estrellas durante el día sería fácilmente determinada.

La palabra zodíaco está tomada de una palabra griega que significa « animal » y esta etimología viene de que

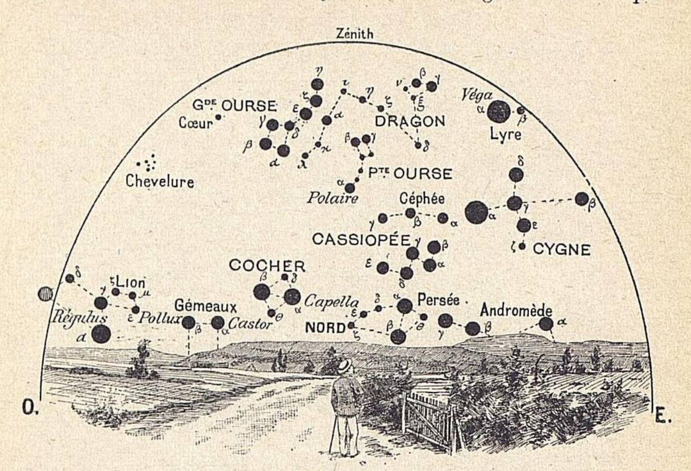


Fig. 66. — El cielo del norte en estío.

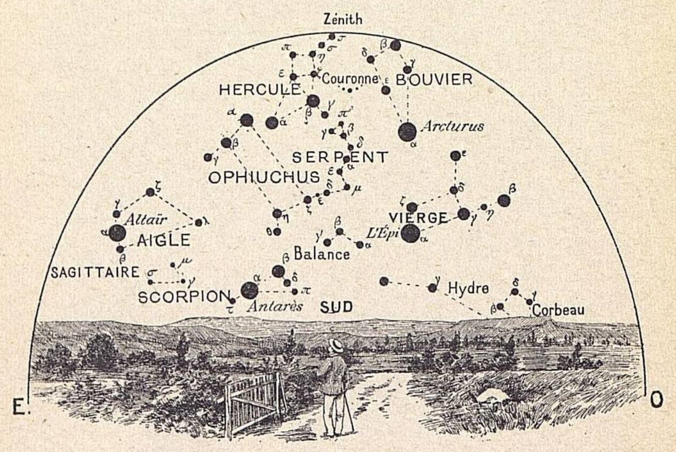


Fig. 67. — El cielo del sur en estío.

la mayor parte de las figuras imaginadas sobre esta banda representan animales. Esta zona estrellada está dividida

en doce constelaciones que se les ha llamado los doce signos del zodíaco, denominados también por los antiguos

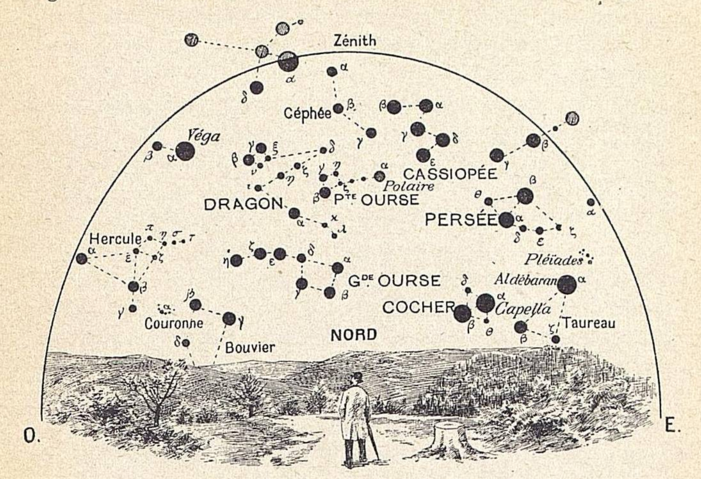


Fig. 68. — El cielo del norte en otoño.

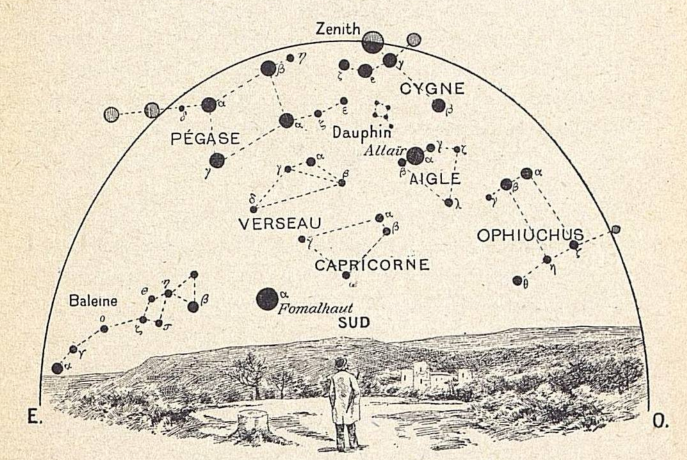


Fig. 69. — El cielo del sur en otoño.

las « Casas del Sol », porque el Sol visita una cada mes.

Algunas de las « Casas del Sol » son verdaderos museos



celestes. Se ven ahí verdaderas maravillas, muy curiosas estrellas, y otros objetos raros que por ahora no podemos describir. Contentémonos con citar el nombre de cada uno de estos signos, con las figuras primitivas que los caracterizaron.

Aries ♈, Tauro ♉, Gemelos ♊, Cáncer ♋, León ♌, Virgo ♍, Libra ♎, Escorpión ♏, Sagitario ♐, Capricornio ♑, Acuario ♒ y Piscis ♓. El signo ♈ representa los cuernos del Borrego, ♉, la cabeza del Toro, etc.

Las « Casas del Sol » no son tan ricas unas como otras. Parece que si uno estuviera en lugar del Sol, se podrían tener algunas preferencias y que en lugar de vivir igualmente un mes en cada una de ellas, se pasaría más pronto por unas para retardarse más en otras. Por ejemplo, se atravesaría rápidamente Aries, que no tiene nada de notable, para llegar al Toro, donde la magnífica estrella roja *Aldebarán*, que marca el ojo derecho, y las *Pléyades* que cintilan sobre su espalda, atraen particulamente las miradas. Las dos hermosas estrellas *Cástor* y *Póllux*, de los Gemelos, nos retendrian también, pero, sin duda, concederiamos menos atención al Cangrejo ó Cáncer, cuarto signo del zodíaco, que no contiene estrellas brillantes, y reservaríamos nuestra admiración para el León, verdadero coloso, cuyo corazón está marcado por una muy brillante estrella, llamada Régulus.

Dicho sea entre nosotros, este León, aunque enorme, es perfectamente inofensivo, pues la Virgen, sin temor, se encuentra desde hace siglos detrás de él, llevando en la mano una espléndida estrella llamada la Espiga.

Deslizándonos sobre los platillos de la Balanza (dos estrellas de mediano brillo) sin hacerlas zozobrar, descuidaríamos tal vez un poco el Sagitario, Capricornio, Acuario y los Peces, para consagrar más tiempo al Escorpión que posee en el lugar del corazón, una soberbia estrella roja llamada « Antares ».

Me parece que serán de mi opinión los jóvenes observadores que busquen en el cielo los signos del zodíaco, y



que detienen de preferencia sus miradas en las más hermosas constelaciones de esta zona.

Si Aries, aunque está compuesto de estrellas de mediano brillo, ocupa el primer lugar en la nomenclatura de las casas del Sol, es porque en la época en que nuestro actual zodíaco fué dibujado, el año comenzaba en la primavera y el Sol llegaba precisamente á la constelación de Aries en el equinoccio de primavera. Los meses siguientes casi correspondían á la posición del Sol delante de cada uno de los demás signos. Pero en virtud de uno de los doce movimientos que bambolean nuestro globo en todos sentidos, en virtud de « la precesión de los equinoccios », el Sol parece haber cambiado de casa y en lugar de encontrarse en Aries en el equinoccio de primavera, llega ahora á encontrarse ahí en Abril.

Para reconocer las constelaciones zodiacales, el mejor modo será buscarlas sucesivamente en nuestras figuras.

Importa solamente no olvidar que estas constelaciones no están como las circumpolares, la Osa Mayor, etc., perpetuamente visibles en todas las épocas del año. Su visibilidad depende de la estación, lo mismo que de la hora.

Durante los meses de invierno se pueden reconocer á Aries y sobre todo al Toro con su ojo rojo y las encantadoras Pléyades, los inseparables Gemelos: Cástor y Póllux. En la primavera, Cáncer y particularmente el León con Régulus.

Durante las calurosas y las hermosas noches de Estío, vemos la Espiga de la Virgen, Libra, Escorpión. Por último en el Otoño, veremos á Capricornio, Acuario y los Peces. Puede decirse que estas últimas son lo más secundario del zodíaco, pues ni una estrella brillante atrae las miradas hacia esta región.

Pero no hemos agotado todas las riquezas del cielo. La *menagerie* celeste también comprende además del zodíaco, dos perros y algunos otros ejemplares del reino animal. Encierra también un gigante, — tal vez es el domador. Se llama Orión. Es sin contradicción la más hermosa figura del cielo. Ocho estrellas principales dibujan sus contornos.



Las más brillantes son *Betelguese*, que marca la espalda derecha del coloso y *Rigel*, en el pie izquierdo. Tres estrellas alineadas á igual distancia de una de otra forman el cinturón ó tahalí del gigante. Se les llama también los *Tres reyes magos*. Encierra además esta constelación curiosidades celestes del más grande interés, pero para alcanzarlas es necesario proveerse de un telescopio.

Esta región es además la más rica del firmamento en maravillas de diferentes géneros. Nos ofrece durante las noches de Noviembre, Diciembre y Enero, espectáculos espléndidos (véase fig. 63, el cielo del sur en invierno).

Abajo de la bella constelación de Orión brilla una magnífica estrella, la más brillante del cielo. Es *Sirio* la estrella principal de la constelación del Can Mayor. A la izquierda de Orión se encuentra el Can Menor cuya estrella más brillante es *Proción*.

Todas las figuras denominadas hasta aquí son fácilmente visibles en los países de Europa. Pero hay otras, más australes todavía, que rasan nuestro horizonte al Sur y apenas se dejan adivinar. Entre éstas las más célebres son la Hidra, el Eridano, la Ballena, el Pez austral, el Navío.

El Centauro y las constelaciones más australes que coronan el polo Sur, son invisibles en nuestras latitudes.

Notemos que los nombres de animales dominan no solamente en las denominaciones de las constelaciones zodiacales sino también en la mayoría de las figuras estrelladas, como si nuestros antepasados hubieran querido transformar el cielo en *menagerie* ó en museo de historia natural.

En efecto se encuentran ahí : 2 osas, 4 perros, 2 caballos, 1 cabra, 1 águila, 1 cisne, 1 cuervo, 1 lagarto, 1 carnero, 1 toro, 1 cangrejo, 1 león, 1 gusano, 1 serpiente, 1 girafa, 1 reno, 1 delfin, 1 zorra, 1 lobo, 1 mosca, 1 ballena, 1 dorada, 1 escorpión, 1 abeja, 1 liebre, 1 paloma, 1 gato, 1 pavo, 1 grulla, 1 camaleón, 1 lince, etc. ¡ uf qué lista! No se diría más bien que es el catálogo de una exposición de animales y no una nomenclatura de estrellas?

Si organizáramos un concurso entre todos los animales



celestes y designáramos premios no teniendo en cuenta más que el brillo de las estrellas que componen estas figuras, comenzaríamos por poner á Sirio desde luego fuera de concurso. En seguida colocaríamos en primer lugar á la Cabra ó Capella, Aldebarán del Toro, Régulus del León, Altair del Aguila, Antarés del Escorpión. En segunda categoría, las principales estrellas de la Osa Mayor, la Polar ó extremidad de la cola de la Osa Menor, etc. En tercera categoría las estrellas del Dragón, de Perseo, etc.

Ahora bien, se han clasificado precisamente las estrellas de todas las constelaciones del cielo, ya sea que lleven nombres de héroes ó nombres de animales, por orden del brillo aparente.

Las más brillantes se han catalogado como estrellas de primera magnitud; estas son las menos numerosas. Las que aparecen un poco menos brillantes son llamadas de segunda magnitud, las otras de tercera, etc., y así siguen hasta la 16 magnitud.

La palabra « magnitud » no tiene en este sentido ninguna relación con las dimensiones reales de las estrellas. Expresa solamente su *brillo* aparente para un observador colocado en la Tierra, brillo que depende á la vez de su luz real y de sus distancias [1].

§ 33.

La población del infinito. — Las estrellas.

Los antiguos creían distinguir en las disposiciones de las estrellas las figuras de sus héroes. Nosotros, más *prosaícos*, no vemos en ellas sino alineamientos geométricos más ó menos irregulares, los cuales no tienen por otra parte nada de real y no son sino asunto de perspectiva.

1. Para más detalles, véase *Las Maravillas celestes*, *La Astronomia popular*, etc.

En el Universo no hay límites ni fronteras y la división del cielo en constelaciones es un invento humano. Las estrellas están diseminadas en todas las profundidades del espacio alrededor de este punto minúsculo que es la Tierra y el orden en que se presentan á nuestros ojos es debido sobre todo á la perspectiva. Cuando observamos en el cielo dos estrellas vecinas, su proximidad aparente no demuestra su proximidad real. Pueden estar alejadas una de la otra por centenares de billones de kilómetros.

Cuando consideramos de lejos un objeto, un edificio hacia el cual nos dirigimos, su forma aparente cambia á medida que nos aproximamos á él. Si, en lugar de caminar hacia su dirección, nos desviamos lateralmente, el objeto se presenta bajo otro aspecto, su perspectiva se deforma. Pero si estamos á una distancia de 500 metros y nos desalojamos solamente un centímetro, nuestros ojos no distinguen ninguna modificación apreciable.

Deducimos de aquí que si las constelaciones conservan una figura invariable aun cuando se recorra toda la superficie terrestre, es porque están alejadas de nosotros á distancias de tal manera colosales, que en comparación de estas distancias, las dimensiones de la Tierra son absolutamente insignificantes.

Por otra parte, cuando más ha edificado la imaginación en el cielo monumentos á sus héroes favoritos ó á figuras cualesquiera, ha empleado los materiales que espontáneamente se le ofrecen, es decir, las estrellas más brillantes, que toda vista normal nota naturalmente. Ahora bien, la elección no es inagotable. En nuestra pequeña Tierra, sumergida totalmente en los rayos del Sol, nuestra vista está organizada de tal manera que, aun durante la noche más oscura, no se pueden contar más de 3 000 estrellas pertenecientes al hemisferio sur, ó sea un total de cerca de 6 000 estrellas visibles á la simple vista.

Pero desde hace tres siglos, se escudriña el cielo con instrumentos de óptica más y más perfeccionados y lo que el ojo no puede apreciar con los únicos recursos de la



naturaleza, se conquista pacíficamente en los observatorios con las armas de la ciencia moderna.

Tomemos el más elemental de los anteojos : unos simples gemelos de teatro. Descubrimos ya más del doble de estrellas que á la simple vista. Notaremos más ventaja viendo con un pequeño anteojo astronómico. En una región donde no distinguimos á la simple vista más que un punto luminoso se pueden contar 10, 20, 30, 100 estrellas, según el alcance del instrumento de que se hace uso.

Aproximemos nuestro ojo á un gran telescopio : las estrellas aparecen tan compactas, tan numerosas, que semejan formar un tejido luminoso.

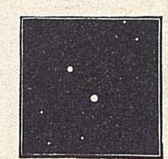


Fig. 70. — Un rincón del cielo en los Gemelos visto á la simple vista.

¿Qué son el heroico Perseo, y la orgullosa Casiopea, y la pobre Andrómeda, en medio de este hormiguero de estrellas? Se han vuelto polvo y cada grano de este polvo es una estrella! A los ojos de los astrónomos el cielo se transforma y las riquezas de la naturaleza aniquilan las de la imaginación. No son estas 6 000 estrellas las que pueblan la inmensidad; las últimas estadísticas telescópicas y fotográficas dan un número superior á 120 millones! Esto es todo lo que se puede ver ahora con los más poderosos instrumentos, pero no es toda la población de los cielos.

Más lejos, siempre más lejos, nuevas luces surgirán del inconmensurable espacio negro, á medida que los descubrimientos de la óptica aumenten nuestro poder.

Puesto que las estrellas están tan alejadas de nosotros, es preciso que sean muy brillantes para ser visibles desde aquí. No es posible suponer, en razón de sus inmensas distancias, que puedan estar iluminadas por nuestro Sol ni, con mayor razón, que ellas reflejan su claridad hasta nosotros. La verdad es mucho más sencilla.

Las estrellas brillan porque son fuentes de luz. Estos inmumerables fuegos del cielo son soles. Solamente su alejamiento casi inconcebible los reduce á nuestros ojos



al estado de puntos luminosos, inmóviles en apariencia en el firmamento.

Tantas estrellas, tantos soles; por consiguiente hay más

Fig. 71. — El mismo rincón del cielo, en los Gemelos, visto con telescopio

de cien millones de soles no contando más que las estrellas conocidas.

Notemos que esta población sideral tiene algo de común con la población terrestre : es que en la multitud de soles, como en la multítud humana, no se encuentran dos astros absolutamente semejantes.

La variedad de estrellas parece inagotable, y el telescopio trae ante nuestras miradas llenas de asombro, maravillas que nadie había podido sospechar. Por ejemplo, una estrellita cintila tímidamente en la oscuridad. Se dirige hacia ella un anteojo, y se nota que este Sol no está solitario como el nuestro : cerca de él aparece otra estrella, que gira alrededor del astro principal con mayor ó menor lentitud. Esta pequeña compañera, lo sabemos con certeza, es un sol. He aquí, pues, dos soles unidos como dos hermanos. Son inseparables.

Algunas veces la pequeña compañera se desdobla á su vez y en lugar de la estrella simple visible á la simple vista se contempla una familia de 3, 4, 5 ó aún de 6 soles, unidos por un mismo destino, pues estos grupos de dos ó más soles, no están formados solamente por un efecto de perspectiva como las constelaciones. Están fraternalmente asociados y dependen uno de otro. El gigante Orión posee la más extraordinaria maravilla de este género que nosotros conocemos. Bajo su tahalí, brilla una estrella de mediano brillo. Veámosla con un telescopio; no es un sol lo que vemos, es una asociación de seis soles formando un sistema estelar muy complexo.

No es esto todo. Estas *estrellas dobles ó múltiples*, estos sistemas de soles tan diferentes de nuestro luminar celeste, lo son á menudo también por el color. En lugar de ser todos uniformemente blancos, unos son azules, otros rojos, verdes, amarillos, etc.

Imaginemos que en lugar de vivir en los rayos de nuestro sol blanco y aislado, estuviéramos iluminados por un sol doble, compuesto de un astro azul oscuro y de un astro rojo. En la mañana, el Sol azul sube en el cielo, colorando la atmósfera de un tinte oscuro. Alcanza la mayor altura en su carrera aparente y desciende hacia el Occidente cuando el Oriente se abrasa en las luces escarlatas del Sol rojo, que también parece á su vez subir en el cielo.

El primer sol desaparece al poniente, mientras que el otro brilla en todo su esplendor. Mientras tanto este último desciende á su vez hacia el Occidente, después llega á ser

invisible, pero casi al mismo tiempo el astro azul aparece de nuevo por el Oriente y así sucesivamente.

Qué mundos tan extraordinarios relativamente á aquel que habitamos!

Ahora viajemos en otro sistema celeste; estamos envueltos por los rayos de un sol blanco, sencillo como el nuestro. Muy bien. Pero imaginemos que este sol sea variable y que en lugar de tener siempre el mismo brillo, sea unas veces más brillante y otras casi oscuro. Este sería un fenómeno al que nos acomodaríamos muy mal.

Pues bien! existen *estrellas variables*, soles que cambian de brillo, periódica ó irregularmente. Así los vemos palidecer algunas veces, después reanimarse.

En otros hemos visto que se debilita su luz hasta extinguirse por completo. Para estas estrellas la hora de la muerte ha sonado. Y no es solamente un sol el que ha dejado de existir en la vida de los cielos, es todo un sistema de mundos pues las estrellas no brillan con luz inútil. Lo mismo que nuestro Sol, estos soles lejanos iluminan mundos, tierras que nosotros no podemos distinguir desde aquí, porque son globos oscuros, como el que habitamos, infinitamente alejados para enviarnos la claridad que ellos reciben de las estrellas que los iluminan.

Mientras que ciertas estrellas agonizan, otras aparecen súbitamente á los observadores de la Tierra, brillan con luz efímera y vuelven después á quedar en la oscuridad. Ese es uno de los más fantásticos episodios de la historia del cielo, y uno de los fenómenos que más vivamente impresionan á la humanidad.

Estas estrellas efímeras hacen ordinariamente irrupción en el cielo con tal brillo que su presencia insólita atrae no solamente la atención de los astrónomos, sino también algunas veces la de todos los contempladores del cielo.

No desesperen nuestros pequeños discípulos. Tal vez alguna noche descubran ellos una estrella nueva. Tal vez esperen en vano pues estas apariciones son muy raras. En dos mil años los astrónomos han observado 27 estrellas notables. Una de las últimas fué la que apareció en la



constelación de Perseo, el 22 de Febrero de 1901 y que fué descubierta por un àmateur al volver del teatro [1].

Estas *estrellas temporarias* son debidas á formidables conflagraciones, producidas, según toda probabilidad, por choques de materia cósmica. De estos cataclismos celestes resultan espantosos incendios que nosotros observamos desde aquí.

Notemos que cuando se fija la fecha de una estrella nueva que aparece en el cielo, es una manera de hablar, pues nosotros no vemos estos astros sino años y siglos después de la catástrofe que ha causado su incendio, porque nosotros no percibimos los rayos luminosos sino después de un tiempo proporcional á la distancia del astro que nos los envía. La luz camina en el espacio con la velocidad de 300 000 kilómetros por segundo. Se podría ver en el siglo XX una estrella temporaria que se hubiera incendiado en tiempo de Enrique IV ó en tiempo del rey Dagoberto.

La mayor parte de las estrellas están alejadas de nosotros por tales abismos que hasta hoy no se ha llegado á calcular más que a distancia de unas treinta, y aún la precisión de estas medidas no es más qua aproximada : á uno ó varios décimos,

La más próxima pertenece á la constelación del Centauro, invisible en nuestras latitudes. Está colocada á un número formidable de kilómetros de nuestro Sol : á 275 000 veces la distancia de aquí al Sol, es decir á 41 trillones de kilómetros. La luz emplea cuatro años para llegar de esta estrella (alfa del Centauro). Es nuestra vecina en el espacio estelar. Las otras están todas más distantes.

Sirio está á 92 *trillones* de kilómetros, Vega á 204, Arturo á 324, la estrella Polar á 344. El rayo luminoso que indica el Norte á los marinos bamboleados sobre las olas

1. Esta misma estrella fué descubierta independientemente, en Zinapécuaro, Estado de Michoacán, República Mexicana por el inteligente aficionado Sr. D. Felipe Rivera, abogado de profesión y persona muy conocedora de la ciencia astronómica. (*Nota del traductor*).



en la soledad del océano, viaja durante 36 años para llegar á la Tierra. Estaba ya en camino, este rayo de esperanza, mucho antes del nacimiento de los pequeños grumetes que observan hoy la estrella polar para aprender la marina y la cosmografía.

§ 34.

Una estrella vecina : el Sol.

Si el espíritu humano parece tener alas algunas veces para franquear los espacios estelares, si el hombre por su valer intelectual se levanta á alturas sublimes, parece que es para demostrarnos cuán poca cosa somos en la obra colosal de la naturaleza. Nos sentimos infinitamente pequeños ante el grandioso espectáculo de la noche estrellada, sobre todo ahora, pues no son puntos luminosos los que vemos lucir en la inmensidad de los cíelos, *son soles*, globos formidables, incandescentes, gigantescos focos de uz, centros de sistemas de mundos. Sabemos que estas lejanas estrellas son análogas al astro que nos ilumina y que en el vasto cielo nuestro sol no es más que una estrella.

Para nosotros, esta estrella tiene una importancia muy grande porque ella es NUESTRA ESTRELLA ; estamos *cerca de ella*, vivimos en sus rayos y sin ella no existiríamos.

Amamos al sol, lo admiramos, sentimos que es poderoso, inmenso, que es un gigante cerca de la Tierra. Nada es más cierto, y aun nos formamos difícilmente una idea exacta de su magnitud real.

Poned un pequeño chícharo al lado de una gran calabaza ; tendréis así el tamaño comparado de la Tierra y del Sol. El pequeño chícharo es la Tierra, la calabaza representa el Sol. En efecto la estrella que nos alumbra y nos calienta es, en diámetro, 109 veces más grande que nuestro globo.

Mirad la figura siguiente : es una de las más elocuentes de toda la astronomía.



Si tuviéramos un platón que midiera 1 m. 09 de ancho y colocáramos una caníca, una cereza pequeña ó una uva que midiera 1 centímetro de diámetro, he aquí el lugar que la Tierra ocuparía en el centro del Sol. Si la cubierta de la

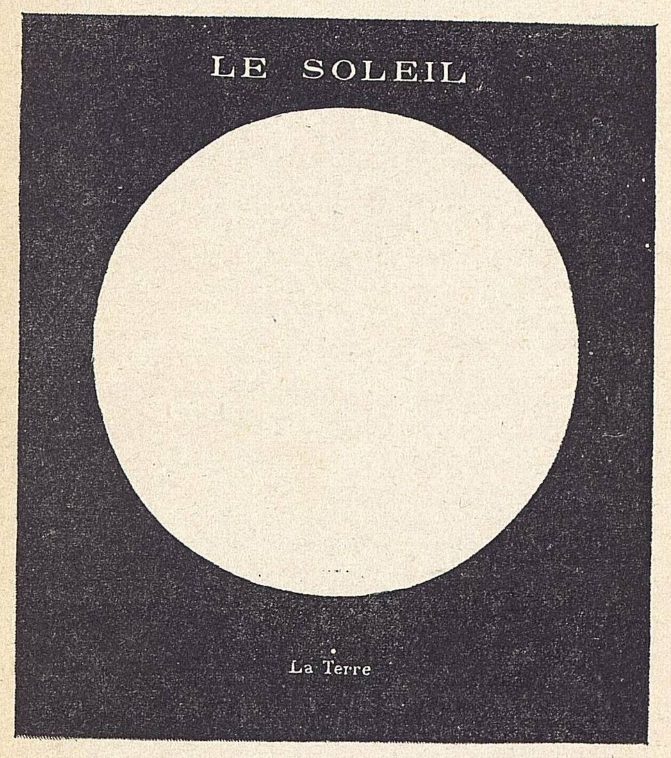


Fig. 72. — Tamaños comparados del Sol y la Tierra.

mesa tuviera 1 metro de diámetro la bolita que eligiéramos para representar á la Tierra, debería tener menos de un centímetro pues sería necesario alinear 109 á la ancho del platón. Nuestro mundo colocado en el Sol con sus riquezas, sus magnificencias, sus montañas, sus mares, sus monumentos y todos sus habitantes no sería más que un punto

imperceptible. Más aún! suponiendo la Tierra en el centro del Sol con la Luna girando á su distancia de 384 000 kilómetros, la órbita descrita por nuestro satélite no llegaría más que á la mitad de la distancia de la superficie solar.

El Sol es redondo, de lo que se puede uno convencer mirando su hermoso disco sea en pleno día á través de un vidrio oscuro, sea en la tarde, á la simple vista á la hora de ponerse el astro resplandeciente. Es redondo porque es un globo, una gigantesca bola de cerca de 13 000 000 veces más voluminosa que la que nos lleva consigo.

Representando á la Tierra por una uva, sería necesario reunir cerca de 1 300 000 frutas para hacer un montón que tuviera el volumen proporcional del Sol. No pongamos este ejemplo en práctica. Dejemos 1 300 000 uvas en la cuba de un viñador. Tendría ahí para hacer más de un tonel de vino.

Otra comparación : parece que en un litro de trigo, hay diez mil granos. Un decalitro — ó sea diez litros — contiene pues cien mil granos, diez decalitros ó un hectolitro contiene un millón y trece decalitros, 1 300 000. Si se hace un solo montón con estos 1 300 000 granos de trigo y si se toma uno de estos granos, se tendrá una idea de la prodigiosa diferencia de volumen que existe entre el Sol y la Tierra.

La mitología nos habla de gigantes fabulosos, los Titanes, que habiendo querido escalar el cielo y destronar á Júpiter, rey de los dioses del Olimpo, fueron vencidos y precipitados en el abismo. El castigo fué cruel, pero hay que reconocer que estos gigantes eran muy ambiciosos. Se les perdona porque piensa uno que jamás han existido. Pero admitiendo la existencia de seres tan fuertes como estos héroes legendarios capaces de juglear con los astros, supongamos que un titán toma al Sol en su mano derecha. Para hacerle contrapeso deberá tomar en su mano izquierda 324 000 globos del tamaño de la Tierra, porque el Sol es 324 000 veces más pesado que la Tierra.

Tales son las dimensiones colosales de la esfera lumi-

nosa en cuyos rayos se encuentra suspendido nuestro mundo.

Si el Sol se nos presenta con el aspecto de un pequeño disco, blanco al medio día y rojo en las últimas luces de la tarde, es á causa de la inmensa distancia que lo aleja de nosotros.

Imaginad que para ir de aquí al Sol, sería necesario buscar el imposible medio de construir un puente cuya base descansara en una hilera de 11 693 Tierras, mientras que, como se recordará, bastan 30 para ir á la Luna. Esta diferencia de distancias explica porqué el disco lunar nos parece casi tan grande como el disco solar, aunque sabemos que la Luna es mucho más pequeña que el Sol. Nuestro satélite transportado á una distancia igual á la del astro del día sería invisible.

Un tren caminando con una velocidad de 60 kilómetros por hora, ó sea 1 kilómetro por minuto, no emplearía menos de 149 millones de minutos, es decir 103 472 días ó 283 años para llegar al Sol, estando éste situado á 149 *millones de kilómetros* de la Tierra. En realidad, no llegaría jamás pues quedaría reducido á vapor por el calor solar mucho antes de llegar al término de su viaje. Notemos además que costando á razón de 10 céntimos por kilómetro, el precio de un boleto para ir al Sol costaría la bagatela de 14 900 000 francos. Con la misma tarifa, un boleto con destino á la Luna no costaría más que 38 400 francos, mientras que para ir á la estrella más próxima á nosotros después del Sol, el gasto sería de 4 100 000 000 000 francos.

Para terminar nuestras hipótesis supongamos que escribimos la palabra « si » en una tira de papel rayado y cuyas líneas estuvieran separadas por un espacio de 1 centímetro, suponiendo, digo, que escribamos la palabra « si » en columnas superpuestas tantas veces como kilómetros hay de aquí al Sol. Para que no nos estorbara se enrollaría la banda en una máquina á medida que se escribiera; después, cuando este pequeño ejercicio hubiera terminado, cuando los 149 millones de « si » que representan los 149 millones



de kilómetros que nos separan del Sol se hubieran inscrito, se desenrollaría la tira de papel. Su longitud, partiendo de Paris, nos conduciría á los alrededores de Viena, en Austria.

Es de semejante distancia — 149 millones de kilómetros — de donde el Sol nos envía tan hermosos rayos luminosos que con la rapidez de la luz, la cual camina en el espacio á razón de 300 000 kilómetros por segundo, emplea 8 minutos 17 segundos para llegar hasta nosotros!

Se comprende que á semejante distancia el astro del día nos parezca considerablemente reducido, y que á la simple vista, á través de un vidrío oscuro no se distingan detalles en su disco.

Pero observando el Sol con un anteojo ó fotografiándolo, el aspecto cambia! Se nota que su superficie en lugar de estar unida como podría creerse, se presenta granulosa y con una multitud de puntos luminosos diseminados sobre un fondo más oscuro.

Estas granulaciones semejan un poco á los poros de la cáscara de la naranja. Algunas veces estos poros se alargan bajo la influencia de perturbaciones que se ocasionan en la superficie solar y dan nacimiento á una mancha. Durante muchos siglos, los hombres, sabios y profanos, se rehusaron á admitir la existencia de estas manchas, notadas desde la antigüedad y cuya presencia parecía un crimen de lesa majestad hacia el Sol, rey de los cielos. Siendo el astro del día incorruptible, era hacerle una injuria poner en duda su esplendor inmaculado.

Así, cuando el Padre Scheiner, que fué uno de los primeros en estudiar las manchas solares con un anteojo, señaló, en el año 1610, el resultado de sus observaciones nadie quiso creer en sus palabras.

Sin embargo después de las observaciones de Galileo y de otros astrónomos, fué preciso rendirse á la evidencia. Más curioso es todavía esto si se tiene en cuenta que son precisamente las manchas las que nos han permitido penetrar en el estudio de la constitución física del Sol.

Son generalmente de forma redondeada ú ovalada y se observan en ellas dos partes distintas : primero la parte central muy oscura que se llama el *núcleo* ó la *sombra*; después, alrededor, una región más clara, semioscura, que ha recibido el nombre de *penumbra*. La penumbra es gris, el núcleo parece negro relativamente al brillo deslumbrador de la superficie solar, pero de hecho produce una

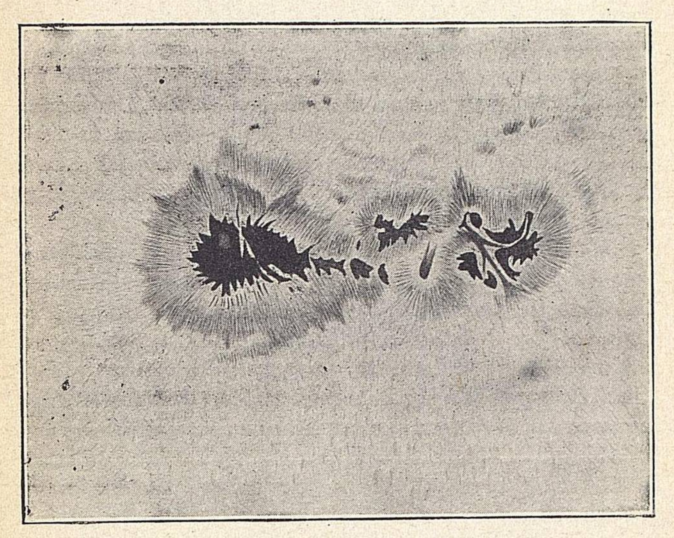


Fig. 73. — Aspecto de una mancha solar.

luz dos míl veces superior en intensidad á la de la Luna llena.

Un hermoso « borrón » hecho negligentemente en una hoja de papel secante blanco con tinta mezclada con agua, da una idea bastante clara de la diferencia relativa del color entre el núcleo, la penumbra de una mancha y la superficie solar.

Estas manchas que nos parece que no ocupan más lugar en el Sol, que un granito en la mejilla de un niño, son en realidad verdaderamente gigantescas. Pero no sobresalen



de la superficie solar; por el contrario son una especie de aberturas, de agujeros en forma de embudo. Se ha medido su diámetro é igualaba á diez veces el tamaño de la Tierra, ó sean ciento veinte mil kilómetros. Ciertas manchas son algunas veces tan grandes que son visibles á la simple vista (protegiéndola prudentemente con un vidrio negro ó azul oscuro). También se pueden notar estos accidentes, estas desgarraduras del Sol, recibiendo en una hoja de papel blanco la imagen del astro, á través de una tarjeta agujerada en el centro con un pequeño taladro hecho con un alfiler. Pero para que una mancha sea visible á la simple vista es preciso que sea cuando menos tres veces más grande que la Tierra, es decir que su diámetro debe pasar de 38 000 kilómetros. Algunas veces estas manchas duran varios meses.

Uno de los primeros resultados del estudio de estas formaciones ha sido conocer que el Sol gira sobre sí mismo. En efecto, las manchas que persisten cierto tiempo desaparecen por el borde occidental 14 días después de su salida por el borde oriental y algunas veces una misma mancha después de permanecer invisible durante 14 días, reaparece por el borde oriental donde ya se había visto 28 días antes. Efectivamente la rotación solar es de cerca de 25 días. Si la reaparición de una misma mancha es de 27 á 28 días es porque la Tierra no está inmóvil y porque en razón de su traslación anual alrededor del ardiente foco, movimiento que se efectúa en el mismo sentido que la rotación solar, vemos las manchas aun dos días y medio después que han desaparecido por la línea de perspectiva en que se encontraban 25 días antes.

El globo solar no gira todo al mismo tiempo, como el globo terrestre; la rotación es más rápida en el ecuador y disminuye en proporción de las latitudes; pues este globo, ó por lo menos la superfieie que observamos, no es sólido.

Las crisis de agitación intensa del Sol que se nos manifiestan por la presencia de la mancha, han sido cuidadosamente diagnosticadas por los astrónomos. Se ha notado que las manchas varían en un período de once á doce años;



en los años de *máxima* de actividad solar son grandes, numerosas y frecuentes ; en los años de *mínima* son raras y débiles. Se ha sacado una estadística muy cuidadosa y digna de llamar la atención en que se nota que el magnetismo terrestre y las auroras boreales tienen una oscilación paralela á la de las manchas solares. Parece que sucede lo mismo con las temperaturas.

El hecho más curioso es que viviendo del calor, de la luz, de los efluvios que de toda clase nos envia el Sol, no vemos en realidad á la simple vista casi nada de este astro que es nuestro gran señor y que tiene sobre nosotros poder de vida ó de muerte.

¿Qué veis del Sol? Un disco muy luminoso, deslumbrante al medío día, escarlata en la tarde. Y después? Nada.

Lo que todo el mundo ve es la superficie luminosa del astro, la *fotosfera* (esfera de luz).

Nos parece perfectamente tranquila, mientras que al contrario está en movimiento perpetuo como las olas de un océano de fuego.

Llamas rosadas y transparentes compuestas de gases ligeros y sobre todo de hidrógeno, que miden de 15 á 20 mil kilómetros del altura forman alrededor del globo solar una capa de fuego en suspensión á la cual se ha dado el nombre de *cromosfera* (esfera de color) á causa de su hermosa coloración rosada.

Se atribuye al Sol, con razón, la propiedad de permitirnos ver, gracias á su luz, lo que nos rodea. Pues bien, rara contradicción : sucede que no vemos al Sol tal como es en realidad, precisamente porque es demasiado brillante. Desaparece él mismo en su luz! También la cromósfera, completamente transparente, es invisible en tiempo ordinario y esta atmósfera no es visible sino cuando el astro deja de lucir á nuestras miradas durante los eclipses, cuando la Luna oculta enteramente el deslumbrante disco solar ó también por medio del espectroscopio; pero este género de observaciones especiales está reservado á los astrónomos.

Las tempestades solares tienen manifestaciones gran-



diosas; además de las manchas y de las *fáculas*, regiones muy luminosas de una blancura deslumbrante que generalmente rodean á las manchas, hay inmensos torbellinos de fuego que se escapan de la fotosfera y son arrojados con una velocidad inaudita á alturas prodigiosas. Estos gigantescos haces de flamas, llamados *protuberancias*, revisten todas las formas imaginables, como las piezas de un colosal fuego de artificio celeste, fuego de artificio de surtidor continuo, pues rodean perpetuamente al Sol por todas partes, elevándose encima de la cromosfera con una rapidez que pasa algunas veces de 200 kilómetros por segundo y alcanzan alturas fantásticas... hasta más de 300 000 kilómetros! La más pequeña de estas llamas no haría más que un bocado de la Tierra y de sus habitantes; las más grandes casi cubrirían la distancia que separa á la Tierra de la Luna. A pesar de sus fenomenales dimensiones, las protuberancias, en razón de su transparencia y de la deslumbrante vecindad del Sol, no son visibles para todo el mundo ; pero gracias á un ingenioso descubrimiento de los Sres. Janssen y Lokyer, los astrónomos pueden, desde 1868, observar todos los días, con un aparato llamado *espectroscopio*, estas formidables erupcionnes, que no se muestran á todos los ojos sino durante los eclipses totales de Sol. Cada vez que el tiempo lo permite, se observa el Sol, se registran las manchas y las protuberancias y estos boletines de salud del astro del día nos tienen constantemente al tanto de su estado.

Cierta región de la envoltura solar escapa todavía á las más minuciosas investigaciones : es la *corona*, aureola brillante y rosada, también visible solamente durante los eclipses totales del Sol. Es una especie de atmósfera muy enrarecida de donde se destacan grandes plumeros deshilachados y luminosos, llamados *penachos*, que se extienden á inmensas distancias alrededor de todo el astro radiante.

Nuestro Sol, en apariencia tan tranquilo, es un brasero de un ardor sin igual, cuyas fecundas radiaciones hacen llevar la vida sobre la Tierra y sobre los otros mundos de su sistema.



Y todas las estrellas son soles! Se concebirá que queden reducidas para nosotros á puntos, á pesar de sus colosales dimensiones, si se imagina uno que están no solamente cien veces, mil veces, diez mil veces, cien mil veces más lejos de nosotros que el Sol, sino á 275 000 veces que la más próxima, cuatro, cinco, y seis cientas mil veces para las siguientes y, en general, á un millón, dos millones, tres, cuatro, cinco *millones* de veces más lejos, y que están como perdidas en el espacio infinito.

§ 35.

He aquí mi penacho blanco! El sistema solar : los astros movibles.

Se dice algunas veces : « el Sol brilla para todo e mundo », lo que significa que es una de las ventajas de que todo ser humano puede disfrutar. Pero tomando este viejo proverbio al pie de la letra, se nota que él hace aun más. No solamente la Tierra recibe su luz, su calor, todos sus rayos fecundantes, sino que comparte fraternalmente los beneficios del Sol con otros mundos para los cuales nuestra soberbia antorcha es también el astro del día, foco de calor y de luz. En efecto el Sol es un formidable motor que hace girar, rodar, caminar, todo un grupo de cuerpos celestes cuyos movimientos rige. Es un jefe, un general, rodeado de su estado mayor.

Él mismo no está inmóvil, gira no solamente alrededor de su eje sino que es además lanzado al infinito y transporta con él su cortejo de astros errantes. Nosotros no nos percibimos de esta carrera vertiginosa en el inmenso espacio, siempre por la misma razón, porque todo lo que nos rodea participando de este movimiento, no cambia nada en apariencia.

« Si perdéis vuestros estandartes, regíos por mi penacho blanco », decía el rey Enrique IV á sus soldados en el momento de lanzarse á la pelea en la batalla de Ivry. En



el cielo todos los mundos del sistema solar se rigen por el penacho blanco del Sol, su rey, es decir, por sus espléndidos rayos. Desde el más próximo hasta el más distante todos toman de esta generosa fuente, el calor, la luz, la fuerza del movimiento.

Imaginad un magnífico aeróstato rodeado de ocho pequeños globos de diferentes tamaños, los más pequeños como los que venden en nuestras calles para divertir á los niños; los más grandes semejantes á los que se distribuyen como obsequio en los grandes almacenes. Representaos este grupo volando en los aires, y tendréis en miniatura nuestro sistema de mundos.

Ocho burbujas de jabón acompañadas de otras más pequeñas, todas flotando alrededor de un globo de baudruche, es también una imagen de la familia solar en el espacio. Pero recordemos que no es el aire el que sostiene á los astros en el cielo; es una fuerza de naturaleza muy diferente.

Los astros movibles gobernados como la Tierra por el Sol nos han sido revelados por la noche, sin la cual hubiéramos ignorado siempre la grandeza real del Universo y la organización del sistema del mundo.

Observando las constelaciones del zodíaco, se puede, en ciertas noches, notar en una ó en otra, un astro extraño, que modifica un poco la arquitectura celeste, viniendo á añadir su presencia á la de las estrellas. Este intruso es precisamente un miembro de la familia del Sol, pero no permanece estacionario allí donde lo veis. Si se sigue observando este astro durante algunas semanas y si se examina bien su posición con relación á las estrellas cercanas, se nota que se desaloja más ó menos lentamente.

La palabra « planetas », que significa astros « errantes », ha sido otorgada á estos nómades.

Para dar una idea de estos desalojamientos, reproducímos aquí la cartita de la marcha del planeta Marte en 1907, tomada de mi *Anuario Astronómico*. Se ve que el planeta ha caminado de Oeste á Este del 1° de Marzo al 1° de Junio y ha retrogradado en seguida para volver á

seguir adelante atravesando las constelaciones del Sagitario de Capricornio.

Estos desalojamientos son debidos á la combinación de los movimientos del planeta y de la Tierra alrededor del Sol. (La ignorancia astronómica es tan grande en el mundo que los periódicos más serios han anunciado, en Septiembre y Octubre de 1907, que había una perturbación en los movimiento de Marte.)

Los planetas son, como la Tierra, cuerpos sin luz pro-

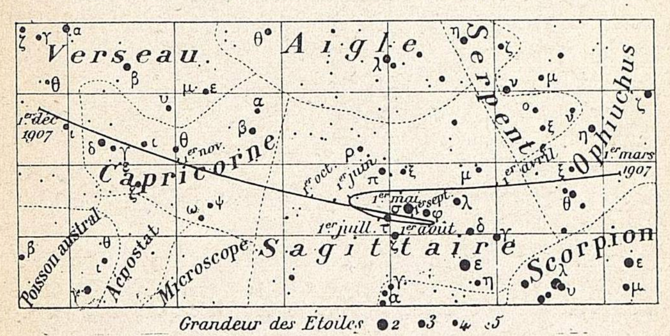


Fig. 74. — Aspecto del movimiento de los planetas entre las constelaciones. (Trayectoria del planeta Marte en 1907.)

pia, de forma esférica, que no brillan por sí solos sino recibiendo su luz del Sol alrededor del cual giran con una velocidad proporcionada á su alejamiento. Son ocho principales y se les puede dividir en dos grupos distintos que nos ayudarán á reconocerlos. El primero comprende cuatro planetas de pequeñas dimensiones relativamente á las del segundo grupo, los que son tan voluminosos, que el menos importante de ellos es aun más grande que estos cuatro reunidos.

En el orden de sus distancias al Sol, encontramos desde luego á *Mercurio*, *Venus*, *la Tierra*, *Marte*.

Estos son los mundos más próximos al astro del día.

Los cuatro siguientes son, siempre en el orden de sus distancias :

Júpiter, *Saturno*, *Urano*, *Neptuno*.



Este segundo grupo está separado del primero por un vasto espacio ocupado por todo un pequeño ejército de planetas minúsculos. Se diría que son juguetes en comparación de los otros.

No es esto todo. El Sol es un viejo patriarca y cada una de sus hijas tiene sus hijos quienes reciben la influencia paternal de su abuelo, obedeciendo también al mundo que los gobierna. ¿Quién no conoce al niño de la Tierra, la Luna? Pues bien los otros planetas tienen también sus *satélites*, astros secundarios que los siguen en su camino y giran alrededor de ellos trazando elipses, como ellos mismos al girar alrededor del Sol.

Varios planetas son, á este respecto, más ricos que el nuestro. Ya volveremos á hablar de ellos.

Los planetas, vistos á la simple vista, aparecen bajo el aspecto de simples estrellas, porque están muy alejados de nosotros.

Cuando se observan con un anteojo, presentan un disco más ó menos grande según el alcance del instrumento. Las estrellas al contrario, vistas á través de los más poderosos telescopios, conservan siempre el aspecto de pequeños puntos luminosos porque su distancia es tan grande, que ningún instrumento ha llegado jamás á aproximarlas.

Va á servirnos una figura para formar en la imaginación una exacta representación del conjunto del sistema solar, con las distancias relativas y las magnitudes comparadas entre ellos y con relación al Sol.

Supongamos que el Panteón sea el Sol. Su cúpula mide 20 metros de longitud. Tomando por base del sistema solar el planeta más próximo, Mercurio, estaría representado por una esfera que tuviera 70 milímetros de diámetro, si se quiere sería una naranja girando alrededor del Panteón á una distancia de 830 metros. Su órbita pasaría por la terraza del juego de pelota, en el jardín de Luxemburgo, el Liceo Montaigne, el Valle de Gracia, el Museo y los invernaderos del jardín de Plantas, el Mercado de vinos, la Iglesia de Nuestra-Señora, la plaza S. Miguel y la encrucijada del Odeón.



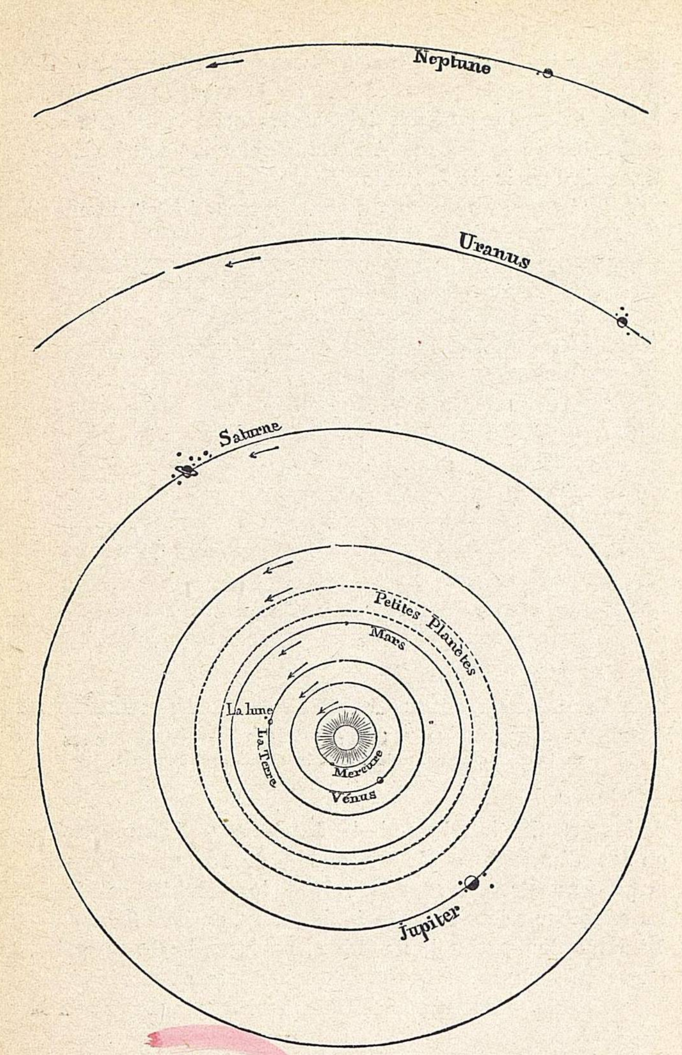


Fig. 75. — Plano del sistema solar.

Venus, representado por un melón de 184 milímetros de diámetro, giraría á una distancia de 1 550 metros del Panteón, pasaría por el Museo de Louvre, la Escuela de Bellas Artes, los jardines del Observatorio, la Salitrería, el embarcadero de Orleans (Austerlitz), el cuartel de los Celestinos, la Iglesia de S. Pablo.

A 2 140 metros del monumento levantado á la memoria

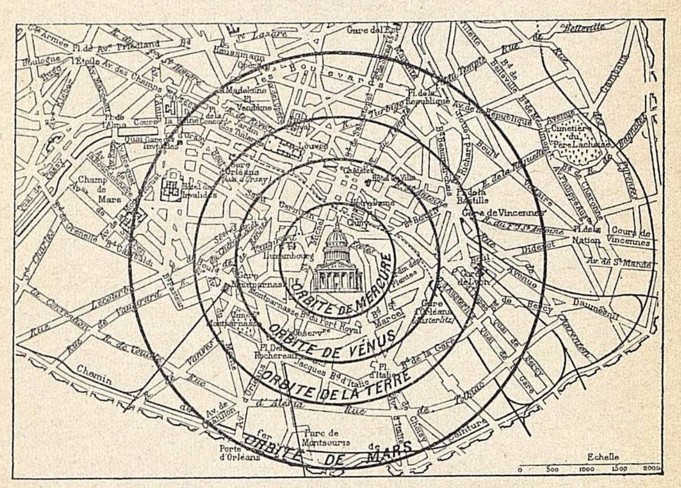


Fig. 76. — Plano de París indicando las distancias respectivas de los planetas con relación á la cúpula del Panteón.

de los grandes hombres de la Patria, se podría reconocer en las dimensiones de un melón de 185 milímetros de largo, á nuestra Tierra, en los alrededores del Palacio-Real, en el embarcadero del palacio de Orsay, en las oficinas del Ministro de Instrucción pública, en la calle de Grenelle, en la calle de Bellechasse, después en la extremidad del anexo de los almacenes del Bon Marché y también en la estación de Lyon.

Un globo de niños, que midiera 97 milímetros de diámetro, girando á 3 220 metros del Panteón del lado del Pequeño Palacio, del Gran Palacio, puente de los Inváli-



dos, Escuela Militar, puertas de Choisy y de Ivry, sería la órbita de Marte.

Júpiter girando á 11 160 metros del Panteón en los alrededores de París, pasando por Nanterre, Bondy, Villemomble, el Parque Saint-Maur, Grignon y los bosques de Meudon. Un haz de heno ó una cabaña de leñador, de

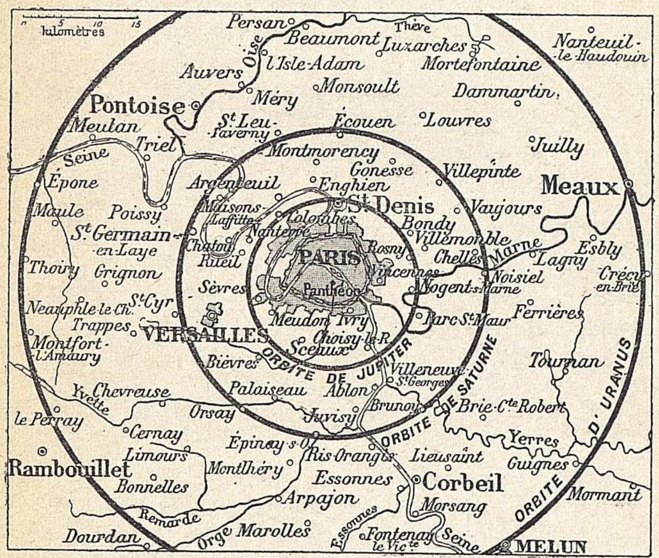


Fig. 77. — Alrededores de París mostrando las distancias respectivas, de los planetas.

2 metros 6 centímetros de ancho, representaría sus dimensiones relativas.

Saturno figurado por un kiosco que midiera 1 metro 72 de largo, se encontraría á cerca de 20 kilómetros de París, hacia Brunoy, Orsay, Saint-Germain ó en el bosque de Montmorency.

Urano tendría las dimensiones de un tonel de 78 centímetros rodando por las calles de Crécy, de Melun, de Chantilly ó de Meaux ó sea á 41 kilómetros de París.

Por último una esfera que midiera 70 centímetros de



diámetro colocada á una distancia de 64 kilómetros de París, por ejemplo en Dreux, Vernon, Beauvais, Coulommiers, indicaría el alejamiento del planeta Neptuno.

Este ejemplo tomando á París como punto de partida, puede, permítaseme decir, ser imitado escogiendo como centro, en lugar del Panteón, otro lugar, de cualquiera localidad. He aquí, por lo demás, las distancias de los planetas con relación al Sol y sus distancias tomando la de la Tierra como 1.

	DISTANCIAS MEDIAS			DIÁMETROS
	en semi-diámetros del Sol.	Tomando la de la Tierra como 1.	en millones de kilómetros.	
Sol. . . .	»	»	»	109
Mercurio.	83	0,387	58	0,37
Venus . .	155	0,723	108	0,99
La Tierra.	214	1	149	1
Marte . .	322	1,324	227	0,53
Zona de pequeños planetas.				
Júpiter. .	1 116	5,203	775	11,06
Saturno .	2 041	9,539	1 421	9,30
Urano . .	4 108	19,183	2 858	4,23
Neptuno .	6 420	30,055	4 478	3,80

Hemos hablado anteriormente de las estrellas. Si nos preguntamos, haciendo la misma comparación, á qué distancia de París estará colocada la estrella más próxima á nosotros, nos encontramos 588 500 kilómetros, y como el globo terrestre no tiene más que 12 742 kilómetros de diámetro, debemos pues, suponer esta estrella á 46 veces el diámetro de la Tierra.

§ 36.

El baile de los planetas. — Las leyes de Kepler

Los planetas giran alrededor de sus ejes; giran al mismo tiempo alrededor del Sol, como si bailaran en una gran sala en medio de la cual hubiera una mesa redonda. En el



sistema del mundo, los bailadores son los cuerpos planetarios, la gran sala es el cielo sin límites, y la mesa redonda indica la situación del Sol inmóvil con relación á los planetas que se mueven á su alrededor.

Pero este baile de los cuerpos planetarios alrededor del Sol no es desordenado. Por el contrario, está admirablemente ritmado por la naturaleza y arreglado por armoniosas é inmutables leyes. Fué lo que descubrió Kepler[1] después de haber investigado durante 17 años la definición del movimento de los planetas alrededor del astro central. Desde luego él encontró que cada uno de los planetas recorre no una circunferencia sino una *elipse* que se aproxima mucho á la circunferencia, y que el Sol está situado en uno de los focos[2]. Esta es la primera ley.

Un planeta conserva el mismo tiempo de baile durante su completa revolución alrededor del Sol, es decir, que no retarda ní acelera jamás el movimiento de su rotación diurna, el que difiere solamente de un planeta á otro, pero modifica la velocidad de su movimiento de revolución alrededor del radiante foco, según la posición que ocupa á lo largo de su órbita. Cuando está próximo al Sol camina más aprisa; por el contrario, se retarda á medida que se aleja.

Consideremos un mismo planeta en diversas épocas de su revolución y supongamos que se marca en su órbita (fig. 78) los arcos AB, CD, EF recorridos por el planeta en tiempos iguales, por ejemplo en 30 días. Se nota que los arcos recorridos en un mismo tiempo son tanto más pequeños cuanto que el planeta está más alejado del foco solar. Pero las áreas ó superficies comprendidas entre los *radios vectores*, es decir entre las líneas rectas llevadas del Sol á las dos extremidades de los arcos recorridos en tiempos iguales, son *iguales entre sí*. Si se traza la figura sobre un cartón bien homogéneo y se recortan cada uno de los tres sectores que tienen por bases AB, CD, EF, los

1. Kepler, astrónomo alemán (1571-1630).
2. Véase *Iniciación matemática*, por C.-A. Laisant, nº 59.



tres pedazos deberán tener exactamente el mismo peso.

Si, en lugar de considerar la marcha de un planeta en su órbita durante 30 días de tres épocas diferentes de su revolución, la consideramos durante 60 días, ó sea un período doble del precedente, por ejemplo de E á F y de F á G, notamos que las áreas descritas en 60 días son dobles de las descritas en 30. Si se consideran durante un tiempo tres veces mayor, serán triples, etc., porque *las áreas ó superficies descritas por los radios vectores de las órbitas son proporcionales á los tiempos empleados en recorrerlas*. Tal es la segunda ley formulada por Kepler. Es la ley de las áreas.

Como acabo de decir se puede verificar esta ley de la manera siguiente :

Calquemos la órbita de la figura 78 en tres pedazos de cartón tomados de una misma hoja. En uno de los pedazos se reproducirán dos divisiones de la figura, es decír la marcha del planeta durante 30 días en dos épocas diferentes de su revolución.

Se trazarán en la órbita del segundo cartón las áreas descritas por un mismo planeta en 60 días, igualmente en dos épocas diferentes. Sobre la tercera se dibujará una área descrita en 90 días. Se recortarán de los tres cartones las áreas descritas por el planeta en tiempos diferentes y pesando estos pedazos recortados se notará que es necesario poner en uno de los platillos de la balanza dos de los pedazos que representan las áreas descritas en 30 días para igualár el peso de un solo pedazo de los que representan cierta área descrita en 60 días, siendo ésta el doble de la descrita en 30 días. Sucedería lo mismo si se pusieran en un platillo de la balanza los tres pedazos comprendidos en las áreas recorridas en 30 días, en tres épocas diferentes para igualar el área descrita en tres veces más de tiempo representado por un solo pedazo tres veces máyor en superficie, que sería colocado en el otro platillo de la balanza.

Una tercera ley admirable y muy sencilla, descubierta también por Kepler, establece la relación que existe entre la distancia de un planeta al Sol y el tiempo que emplea



en recorrer la órbita que describe á esta distancia.

Se comprende fácilmente que la revolución de un planeta alrededor del Sol sea tanto mayor cuanto más grande sea la órbita que tiene que recorrer. Esto parece muy sencillo. Pero el hecho más curioso es que existe una relación precisa que une las duraciones de las revoluciones de los planetas con sus distancias al Sol.

Kepler encontró que multiplicando *por sí mismo* el

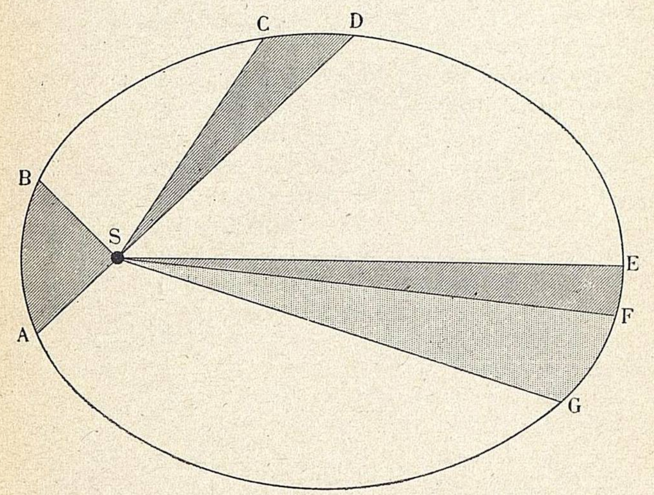


Fig. 78. — Figura explicativa de la 2ª ley de Kepler.

número que representa la duración de la revolución de un planeta cualquiera alrededor del Sol, y multiplicando *dos veces* por sí mismo el número que representa la distancia media del planeta al Sol, se obtienen dos resultados cuya relación es siempre la misma, cualquiera que sea el planeta.

Ahora bien, cuando se multiplica un número por sí mismo se obtiene el cuadrado de este número. Por ejemplo :

2 veces 2 son 4 : 4 es el *cuadrado* de 2.

3 veces 3 son 9 : 9 es el *cuadrado* de 3. Así sucesivamente.



Cuando se multiplica un número dos veces por sí mismo el producto da lo que se llama el *cubo* de este número.

Por ejemplo :

$2 \times 2 \times 2 = 8$: 8 es el cubo de 2.

$3 \times 3 \times 3 = 27$: 27 es el cubo de 3, etc.

Como se ve no hay cosa más sencilla.

Ahora que sabemos lo que es el cuadrado y el cubo de un número, utilicemos nuestros conocimientos.

Queremos conocer la distancia de Júpiter al Sol, tomando la distancia de la Tierra al Sol como unidad? No hay porqué asustarse.

Sabemos que la revolucíón de Júpiter es 11,85 veces mayor que la revolución de la Tierra en su órbita. Multipliquemos este número por sí mismo :

$11{,}85 \times 11{,}85 = 140$ en números redondos; 140 es el cuadrado del número que representa la duración de la revolución de Júpiter alrededor del Sol, y Kepler ha demostrado que este producto es también el cubo de la distancia; expresado de otra manera : el producto del número representando la distancia miltiplicada dos veces por sí misma

¿Cuál es el número que multiplicado dos veces por sí mismo da 140?

Es 5,2. En efecto $5{,}2 \times 5{,}2 \times 5{,}2 = 140$ (número redondo).

Estando tomada la distancia de la Tierra al Sol como unidad, la distancia de Júpiter es 5,2, lo que quiere decir que Júpiter está 5,2 veces más alejado del Sol que la Tierra.

Lo que acabamos de hacer con respecto á Júpiter podríamos repetirlo para cualquiera de los otros planetas.

Esta ley inmutable relaciona á todos los planetas entre sí; tiene por lo tanto la mayor importancia. Kepler la expresó por la fórmula siguiente, que al principio parece un poco complicada, pero que se puede comprender sin la menor dificultad, ahora que la hemos explicado :

Los cuadrados de los tiempos de las revoluciones de los planetas alrededor del Sol son entre sí como los cubos de las distancias.



Se notará que se trata de las distancias *medias* puesto que las órbitas son elipses y no círculos. Esta distancia media no es otra que la mitad del eje mayor de la elipse.

§ 37.

Atracción ó gravitación universal.

Una noche — hace mucho tiempo de esto, era en 1665 — un joven de 25 años sentado en el huerto de la casa paterna, meditaba. En medio del silencio de la noche, según se dice, cayó una manzana delante de él. Este hecho tan sencillo, que hubiera pasado desapercibido para otro, impresionó y cautivó su atención. La Luna brillaba en el cielo. El joven se puso á reflexionar acerca de la naturaleza de este singular poder que solicita á los cuerpos hacia la Tierra. Se preguntó ingenuamente porqué la Luna no caía y, á fuerza de pensar, acaba por llegar á uno de los más notables descubrimientos de que puede enorgullecerse el espíritu humano. El joven era Newton [1]! El descubrimiento al cual lo había llevado la caida de una manzana, es la gran ley de la gravitación universal, base principal de todas nuestras teorías astronómicas, que han llegado á ser tan precisas.

Lanzad una bola al aire con todas vuestras fuerzas. Poco á poco disminuye su carrera, se detiene y después cae al suelo. ¿Por qué? Porque la Tierra la atrae, pues un cuerpo cualquiera no puede caer sin que sea atraído, solicitado por otro cuerpo de una masa más poderosa.

Los seres, los animales, los objetos se adhieren al suelo y se apoyan en la Tierra, porque están constantemente atraidos hacia el centro del globo por una fuerza invencible.

Ahora bien, la Luna está en una situación singular con relación á la Tierra; no cae ni se escapa y permanece cons-

1. Newton, astrónomo inglés (1642-1727).



tantemente en suspensión á cierta distancia. ¿Por qué?

La respuesta la daremos con una comparación muy sencilla : un niño que amarre una bolita en la extremidad de una cuerda y la haga girar rápidamente (fig. 79). Sentirá que la bola jala fuertemente la cuerda, como si hiciera esfuerzos para escaparse. Mientras más aprisa la haga girar, necesitará más fuerza para detenerla.

Todo objeto que gira de esta manera, hace sin cesar un

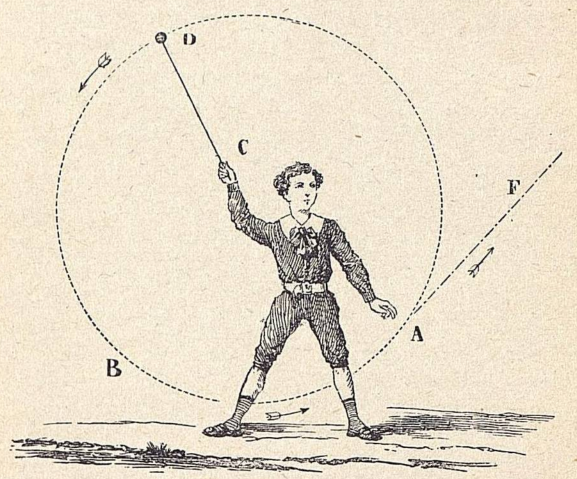


Fig. 79. — Imagen de la fuerza centrifuga.

esfuerzo para escapar oblicuamente lejos del centro alrededor del cual gira; este esfuerzo es lo que se llama la *fuerza centrífuga.*

La Tierra es la mano que hace girar la Luna alrededor de nosotros. Si solo la fuerza centrifuga obrara, si la Luna no fuera atraida por la Tierra, se deslizaria en el cielo siguiendo indefinidamente una línea recta. Por el contrario si sólo obrara la atracción la Luna se precipitaria hacia la Tíerra. Pero obrando estas dos fuerzas al mismo tiempo se hacen equilibrio de una manera notable como se va á ver.

La Luna es un globo enorme lanzado por la Tierra en el espacio hace muchos millones de años, en una época en que nuestro globo no era más que una masa fluida.

Encadenada por la fuerza centrífuga, no ha podido volver á caer sobre la Tierra, y también le ha sido imposible eximirse completamente de la atracción de nuestro planeta. Continuamente se desvía de la línea recta para aproximarse á nuestra morada, lo que la hace describir á nuestro rededor un camino casi circular (una elipse que se asemeja mucho á un círculo). La separación de la línea recta es de un milímetro un tercio por segundo.

Por otra parte, se puede notar que abandonando á sí mismo un objeto cualquiera en la superficie de la Tierra, por ejemplo una piedra en una gran fosa, que este objeto atraído hacia el centro de nuestro globo, recorre 4 metros 90 centímetros en el primer segundo de su caída.

Pero la atracción disminuye en razón del cuadrado de la distancia, es decir, en razón del número que representa la distancia multiplicado por sí mismo. La Luna está á 60 veces la distancia comprendida entre la superficie y el centro de la Tierra. El cuadrado de este número es $60 \times 60 = 3\,600$.

De manera que si se pudiera llevar una piedra á una distancia igual á la de la Luna, esta piedra caería durante el primer segundo 4 m. 90 divididos por 3 600, ó sea á un milímetro un tercio, *exactamente la misma cantidad que la Luna se separa en un segundo de la línea recta que debería seguir si la Tierra no la atrajera.*

Lo que se dice á propósito de la Luna y la Tierra no es una excepción. Por el contrario es una ley general, formidable, ineludible.

Todos los cuerpos se atraen en la naturaleza. El Sol atrae á la Tierra, la Tierra atrae á la Luna y es en virtud de esta fuerza universal que los planetas lanzados al espacio siguen una curva alrededor del Sol.

Si la distancia es doble, la atracción es cuatro veces menor; si la distancia es triple, la atracción es nueve veces más débil, etc.



Lo que se expresa diciendo que *la materia atrae á la materia en razón directa de las masas y en razón inversa del cuadrado de las distancias.*

Esta hermosa ley es conocida con el nombre de *atracción* ó de *gravitación universal.* Newton ha encontrado como consecuencia de las leyes de Kepler este principio absoluto que ha llegado á ser la base de toda la mecánica celeste.

Vamos á pasar ahora al conocimiento completo de nuestro sistema solar.

§ 38.

Mercurio y Venus.

Dos planetas se dividen el espacio comprendido entre la Tierra y el Sol. Estos dos mundos son *Mercurio*, el más próximo al Sol, y *Venus* entre Mercurio y la Tierra (véase el plano del sistema solar, fig. 75).

Notemos que los nombres de los planetas nos traen á la memoria recuerdos mitológicos, como los nombres de las constelaciones y de las estrellas.

¿Por qué se dió el nombre de Mercurio al planeta cercano al Sol? Porque en la Mitología como en la Astronomía, origen de estas interpretaciones, Mercurio es el ágil y activo mensajero del Olimpo, gira muy pronto alrededor del Sol, se aleja y se aproxima, sin cesar, á él en nuestra perspectiva, y desaparece casi siempre en los rayos del luciente foco, del cual está muy próximo, lo que hace muy difíciles las observaciones de este planeta.

No se le ve más que furtivamente de vez en cuando, después de ponerse el Sol ó antes de salir, en las épocas en que se aleja más del astro radiante que lo ilumina, como ilumina á la Tierra y á todos los mundos de su sistema.

Se comprende fácilmente que tengamos pocos detalles con respecto á un astro cuya visibilidad es tan fugitiva.

Lo que se sabe de este planeta es que es más pequeño



que la Tierra, más pequeño también que los otros mundos del sistema solar, y que su revolución alrededor del Sol se efectúa en cerca de tres meses (88 días, ó exactamente 87 días 23 horas 15 minutos 46 segundos), á una distancia media de 58 millones de kilómetros, en una órbita elíptica tan alargada que en ciertas épocas de su año de tres meses, cuando está á su mayor distancia del Sol, Mercurio recibe dos veces menos luz que en las épocas opuestas.

Visto á la simple vista, Mercurio tiene la apariencia de una estrella bastante brillante, pero difícilmente visible. Solamente en ciertas épocas del año, cuando se aparta más del Sol, sea en la tarde en el crepúsculo, tan pronto como se pone el Sol, ó sea en la mañana antes de la aurora.

Con un anteojo, aunque sea de poco alcance, se nota que este mundo presenta *fases* que se parecen á las de la Luna.

Unas veces es un creciente, un semi-círculo ó bien un pequeño disco lleno. Estas fases se deben al movimiento del planeta alrededor del Sol. Es esto lo que impresiona más á los observadores de Mercurio.

Hasta hoy, en vano se ha tratado de determinar la duración de la rotación de este globo. ¿Gira sobre sí mismo como la Tierra? No se sabe. Pudiera suceder que el Sol hubiera detenido su rotación, como la Tierra lo ha hecho con la Luna, y que girando alrededor del Sol le presente siempre la misma fase.

Actualmente nuestros conocimientos acerca de Mercurio son bastante limitados. Después de haber hablado de la distancia que lo separa del Sol, de su magnitud y de las fases que nos presenta, podemos añadir que las observaciones hechas con instrumentos especiales nos han revelado que Mercurio está envuelto en una atmósfera muy compacta.

No son más avanzados nuestros conocimientos respecto de *Venus*. No es que desaparezca á nuestros ojos como Mercurio en los resplandores del Sol; por el contrario, Venus es después del Sol y de la Luna, el astro que más atrae nuestra atención. Todo el mundo conoce la estrella



del Pastor, la estrella radiante, casi deslumbradora ante la cual palidecen las verdaderas estrellas. Su magnífico brillo la hace notable desde la más remota antigüedad y su hermosura hizo que los poetas griegos le dieran el nombre de diosa de la belleza.

La llamaron también *Vesper*, es decir la *Estrella de la tarde*, ó *Lucifer* la *Estrella de la mañana*, creyendo que eran dos astros distintos porque, en efecto, brilla tanto en el crepúsculo, antes que todos los astros ó bien en la aurora desafiando las primeras luces del día. Cuando es estrella de la tarde se oculta cuando mucho tres horas después que el Sol.

Ahora bien, esta hermosa « estrella de la tarde », la más brillante de nuestro cielo, no es en realidad una estrella. Es un planeta, el segundo en el orden de las distancias al Sol. Situado entre nosotros y Mercurio, es casi de las mismas dimensiones que la Tierra. Gira alrededor del Sol en 224 días (exactamente 224 días 16 horas 49 minuto 8 segundos), á una distancia de 108 millones de kilómetros. Sucede como con Mercurio que su aspecto varía para nosotros según su posición con relación al Sol y á la Tierra y que presenta *fases*, visibles con cualquier anteojo y algunas veces aun á la simple vista para las personas dotadas de vista excepcional.

Rodeado de una atmósfera muy profunda y muy densa, Venus podría llamarse la hermana gemela de la Tierra. Además de que ambos tienen el mismo volumen y la misma superficie, en Venus como en la Tierra, la atmósfera está llena de nubes, de donde resulta que el tiempo debe ser casi siempre muy brumoso; allá como aquí debe llover, hacer viento, tronar y las perturbaciones atmosféricas que nos afligen, deben producirse también en Venus. Cuando se observa con telescopio se experimenta cierta decepción porque la realidad no concuerda con las apariencias. La hermosa estrella del Pastor hace esperar maravillas; pues bien en los mejores instrumentos, no muestra más que un velo atmosférico impenetrable, de manera que como con Mercurio hay que preguntarse si hay alternativas de día y



de noche, si este globo gira alrededor del Sol completando su revolución anual ó si al contrario presenta siempre la misma cara á los rayos solares. Si sucede de esta manera, habrá día eterno en el hemisferio vuelto hacia el Sol y

Fig. 80. — Venus visto con telescopio.

noche eterna en el hemisferio opuesto. Será seguramente un mundo muy raro.

Se tendrá una idea de los aspectos telescópicos de Venus por el croquis que reproduzco aquí de una observación que yo hice, entre otras, el 28 de Agosto de 1906. Casi siempre presenta el mismo aspecto. He notado á menudo en las extremidades superior é inferior, regiones blancas que hacen pensar en la nieve. Serán polos y por consi-

guiente son la prueba de que hay rotación? No me atrevo á afirmarlo.

Este planeta es muy reservado con sus contempladores.

Sin embargo debemos cierta gratitud á Venus. Ha prestado servicios á los astrónomos para la medida de la distancia que separa la Tierra del Sol. Vamos á explicar cómo se hizo esta medida; pero antes es necesario hacer un pequeño experimento preliminar para comprender este método. Recortemos un disco grande de una hoja de papel blanco, pongámoslo sobre la pared. Alejémonos del muro á una distancia de algunos metros y miremos en la dirección del disco. Tomando por la punta un alfiler de cabeza grande vamos á ponerlo á cierta distancia de nuestra cara y cerramos el ojo izquierdo. Veremos la cabeza del alfiler proyectarse sobre una parte del disco de papel, hacia la derecha. En seguida, cerremos el ojo derecho y veamos con el ojo izquierdo. Notaremos entonces que la cabeza del alfiler se destaca en otra parte del disco, hacia la derecha, siempre que no hayamos desalojado nuestra mano ni movido la cabeza.

Supongamos ahora que nuestra cabeza sea la Tierra, ó que nuestros dos ojos representen dos puntos muy alejados uno de otro en la Tierra y que estos dos puntos estén ocupados por dos observadores.

La cabeza del alfiler representa á Venus y las dos proyecciones de nuestra bolita sobre el disco de papel indican los diferentes puntos en los cuales los astrónomos ven al planeta sobre la superficie del Sol.

Si repetimos varias veces este experimento aproximando gradualmente hacia nosotros el disco de papel, las dos proyecciones estarán más y más alejadas y la distancia que separa nuestros ojos parecería en proyección tanto mayor cuanto menor sea la distancia que separa del disco.

He aquí porqué Venus nos es muy útil. Estando su órbita entre el Sol y la Tierra sucede que por la combinación de los movimientos de nuestro globo y de Venus, este planeta pasa exactamente delante del Sol con intervalos regulares. En estas épocas los astrónomos de todos los países se

sitúan en regiones tan alejadas unas de otras como sea posible. Observan á Venus al mismo tiempo y marcan los dos puntos en que el planeta, visto desde cada una de sus estaciones, parece proyectarse en el mismo momento sobre el disco solar. Esta medida da la abertura de un ángulo formado por dos líneas que partiendo de la Tierra, se cruzan en Venus y van á formar un ángulo idéntico en el Sol. Venus se encuentra de esta manera en el vértice de dos triángulos, y la base de cada uno de ellos reposa uno en la Tierra y el otro en el Sol. La medida de este ángulo da lo que se llama la *paralaje del Sol*, es decir la dimensión angular bajo la cual se vería la Tierra á la distancia del Sol.

Como existe una relación geométrica conocida entre la dimensión angular de un objeto y su distancia, nada es más fácil que determinar la distancia de nuestra antorcha celeste, cuando se ha observado la dimensión angular de la Tierra por el método de los pasos de Venus por el disco del Sol.

Los pasos de Venus no son frecuentes. Los últimos tuvieron lugar el 8 de Diciembre de 1874 y el 6 de Diciembre de 1882; los próximos serán el 7 de Junio de 2004 y el 5 de Junio de 2012. Mercurio pasa también algunas veces delante del Sol, pero estos pasos tienen menor importancia.

§ 39.

Marte.

A 149 millones de kilómetros del astro del día boga en el cielo el tercer planeta en el orden de las distancias al Sol. Todos podemos verlo á la simple vista y juzgarlo cada uno á nuestro modo : es *la Tierra* que habitamos.

Pasemos pues á él.

Más allá de nuestro globo, con respecto al Sol, á 227 millones de kilómetros del astro de la luz, se encuentra el planeta Marte, que gira alrededor del Sol á lo largo de una

órbita exterior á la que la Tierra recorre anualmente.

Aunque este mundo sea vecino del nuestro en el dominio solar, está aun bastante alejado de nosotros para que á la simple vista no lo veamos más que bajo el aspecto de una hermosa estrella roja. Así cuando los Griegos de la antigüedad dieron nombre á los planetas, la coloración ardiente de este los condujo á ver en este astro al dios de la guerra, que vierte la sangre de la humanidad en las hecatombes internacionales, y se abrumaba de maldiciones al planeta, inocente de la barbarie humana. Pero he aquí que más tarde, después de la invención de los anteojos astronómicos la opinión se modifica y el astro maldito ha llegado á ser, por el contrario, un objeto de predilección para los astrónomos.

Es en efecto muy interesante este pequeño mundo de Marte, aunque es de casi la mitad del tamaño de la Tierra. Su diámetro no mide más que 6 728 kilómetros y su circunferencia es de 21 125 kilómetros. El cartero de que ya hemos hablado y que á razón de 10 kilómetros por día ha hecho al cabo de 30 años de servicios, un poco más de tres veces la vuelta de la Tierra, hubiera dado, en el mismo tiempo, más de cinco veces y media la vuelta á Marte. En realidad hubiera sido aun más, puesto que transportado á Marte se hubiera sentido más ligero. Veamos cómo. Un cuerpo pesa tanto más sobre otro cuanto más fuertemente es atraido por éste y la fuerza atractiva de un cuerpo depende de su masa, es decir de la cantidad de materia que contiene. Mientras mayor es la cantidad de materia que un globo contiene, más fuertemente lo atrae hacia él. Pero en igualdad de volumen, ejerce mayor atracción el que está constituido de materiales más densos.

Ahora bien, el planeta Marte pesa mucho menos que el globo terrestre, de donde resulta que este mundo vecino ejerciendo sobre los cuerpos de cualquiera naturaleza que sean, una atracción menor que la Tierra, pesan menos en su superficie. Un hombre que pese 70 kilogramos, transportado á Marte no pesaría más que 26. Se volvería más ligero y podría caminar más de prisa y de



esta manera nuestro cartero podría franquear allá mayores distancias que aquí.

Nuestros conocimientos acerca de Marte son considerablemente más avanzados que sobre cualquier otro mundo del sistema solar. La razón principal es que girando alre-

Fig. 81. — Marte visto con te escopio.

dedor del Sol, en una órbita *exterior* á la Tierra, se nos presenta enteramente iluminado cuando pasa por su mayor proximidad. (Lo contrario de lo que pasa con Venus.) Marte es el priner planeta que se encuentra después de la Tierra, y en ciertas épocas de sus revoluciónes, estos dos globos no están separados sino por una distancia de cerca de 60 millones de kilómetros, lo que es poco, astrónomicamente hablando. En estas épocas, los telescopios de todos

los observatorios de nuestro mundo están apuntados hacia el mundo vecino : se interroga, se escudriña, se dibuja y se levantan cartas *areográficas* (de la palabra griega *Ares*, Marte).

Las primeras observaciones telescópicas habian revelado, en la superficie de Marte, la existencia de manchas más ó ménos acentuadas. Los progresos de la óptica han proporcionado mayores aumentos presentando claramente la forma de estas manchas y el estudio de los movimientos de Marte ha conducido á los astrónomos á determinar, con notable precisión, la duración de la rotación diurna de este planeta. Se efectúa la rotación en 24 horas 37 minutos 23 segundos 65 centésimos de segundo. En este planeta, el día y la noche son pues un poco mayores que aquí, pero, como se ve, la diferencia es corta y el año se compone de 668 días marcianos.

La revolución de Marte alrededor del Sol se efectúa en 687 días terrestres, ó sea un año 10 meses y 17 días; exactamente 686 días 23 horas 30 minutos 41 segundos.

Hay en este mundo vecíno, como en el nuestro, alternativas de luz y de sombra, mañanas llenas de Sol, crepúsculos matizados de hermosos colores, pues Marte está, como nuestro globo, rodeado de una atmósfera protectora que aunque más ligera que la nuestra debe producir juegos de luz análogos á los que admiramos en la aurora á la salida del Sol y en la tarde á la puesta.

Al girar delante del astro del día, Marte se inclina en el camino que describe alrededor del Sol y, como la inclinación de su eje es casi la misma que la de la Tierra, resulta que las estaciones marcianas difieren poco de las nuestras en intensidad, pero su duración es dos veces mayor, puesto que el año de Marte es casi igual á dos años terrestres. Con el telescopio podemos seguir ahí los efectos sucesivos del invierno y del estío. Durante los meses de invierno las nieves se amontonan en cada polo y se funden durante los calores de estío, después se vuelven á formar cuando vienen los días helados y las vemos acumularse y coronar tanto el polo boreal como el

polo austral según las estaciones, reproduciéndose de un hemisferío á otro en el intervalo de un año marciano. Allá como aquí, la primavera dulcifica los rigores del nvierno. El cielo está casi constantemente limpio, algunas veces ligeras nieblas, otras débiles vapores, flotan en el aire, pero pronto son disipados y la atmósfera vuelve á quedar de una pureza admirable, lo que facilita mucho nuestras observaciones de Marte. He aquí ciertamente un mundo donde la invención de los paraguas habría sido inútil. No se ven ahí océanos inmensos como los que cubren una gran parte de nuestro globo, sino mares estrechos encerrados entre las tierras; se ha convenido en llamar mares á las partes oscuras, teñidas ligeramente de verde, y dar el nombre de continentes á las manchas claras de color amarillo. Estos « mares » no son, tal vez, más que llanuras vegetales más ó menos húmedas que cambian de tono con las estaciones.

Se tendrá una idea del asepecto telescópico de Marte por el dibujo anterior, que he tomado últimamente en mi observatorio de Juvisy. Nada tendrá ya para nosotros de extraordinario, puesto que nuestro planeta está sometido á las mismas condiciones, que en Marte el día suceda á la noche, la primavera al invierno; que las nieves polares sean de una blancura deslumbradora; que tenga este globo regiones tropicales, otras templadas y zonas glaciales; pero existe en Marte una cosa que nos es enteramente desconocida : un conjunto de líneas rectas que surcan su superficie en todos sentidos y parecen reunir un mar con otro. Estas líneas cuyo aspecto varía según las estaciones fueron descubiertas en 1877 por el Director del Observatorio de Milán, el Sr Schiaparelli, quien les dió el nombre de canales porque se presentan, en efecto, bajo esta forma. Verdaderamente ¿son canales? Tal es la cuestión que aun hoy preocupa á los astrónomos. Es bastante dificil aclarar actualmente esta cuestión pues aun los mejores instrumentos no nos aproximan á Marte más que á la distancia de 30 000 kilómetros, lo que todavía es un poco lejos para juzgar de la naturaleza de estos

aspectos enigmáticos. De cualquiera manera que sea, una de las mayores curiosidades de este mundo.

Dos pequeñas lunas, descubiertas en el mes de Agosto de 1877 por el Sr Hall, astrónomo de Washington, giran rápidamente alrededor de Marte, la primera en 7 horas 39 minutos; la segunda en 30 horas 18 minutos. Su tamaño es menor que el de París y naturalmente son invisibles á la simple vista. Imaginemos que París, Francia, Europa, todos los continentes terrestres con sus montañas, sus selvas, las ciudades, los ríos que las riegan, los mares, los campos, los seres humanos, los animales, los objetos, todo lo que constituye nuestro mundo, quedaría reducido, para un observador colocado en Marte y contemplando el cielo durante la noche, á la apariencia de un simple punto luminoso, de un pequeño globo iluminado por el Sol.

§ 40.

Júpiter, el gigante de los mundos.

Entre Marte y Júpiter se ha descubierto todo un ejército de pequeños cuerpos celestes que parece que sirven de guardia entre el grupo de planetas medianos y el de los grandes planetas. Estos astros minúsculos de los cuales el más grande cabría en el espacio comprendido entre París y Rouen, son fragmentos de materia cósmica perteneciente á un gran anillo formado en tiempo en que el sistema solar no era sino una masa sin consistencia y que en lugar de condensarse en un solo globo, quedó dividido, diseminado en una cantidad considerable de mundos liliputienses, invisibles á la simple vista; son verdaderos granos de polvo, en comparación de Júpiter. El primero de estos pequeños planetas fué descubierto el 1º de Enero de 1801 por Piazzi[1], astrónomo de Palermo.

Desde esta época se han encontrado varios centenares

1. Piazzi, astrónomo italiano (1746-1828).



que forman una especie de enjambre que giran entre la órbita de Marte y la de Júpiter [1].

Se han visto ya, en este libro, las magnitudes comparadas de los diferentes planetas y se ha podido apreciar la magnitud de Júpiter, once veces mayor que la Tierra!

Qué contraste entre estos astros enanos y Júpiter, el gigante de los mundos! Mercurio, Venus, la Tierra y Marte, colocados uno después de otro en una misma línea, no representarían más que un poco más de la cuarta parte del diámetro de Júpiter, que es de 140 920 kilómetros. Serían pues necesarios 11 globos terrestres para igualar la anchura de este coloso planeta y 1 279 bolas del tamaño de la Tierra para formar un montón tan voluminoso como Júpiter. Un ciclista que caminara por término medio 40 kilómetros por día, tendría que pedalear durante 30 años y 112 días para dar la vuelta á este enorme planeta; mientras que un ciclista caminando con esta misma velocidad no emplearía más que 2 años 270 días para dar la vuelta alrededor de la Tierra, y solamente 1 año y 163 días para recorrer la circunferencía de Marte. Notemos que nuestro ciclista transportado á Júpiter se encontraría un poco menos esbelto y activo que aquí, puesto que en el inmenso planeta, pesaría dos veces y media más que sobre la Tierra. Es lo opuesto de lo que hemos notado con Marte. Admitiendo que el peso terrestre del ciclista sea de 70 kilogramos, el pobre hombre se convertiría en Júpiter en una especie de mastodonte pesando cerca de 175 kilogramos, y su bicicleta tendría que ser de una consistencia muy fuerte para no destruirla con su peso.

A pesar de sus dimensiones colosales y de su peso formidable, Júpiter baila, revolotea delante del Sol á una distancia de 775 millones de kilómetros, con una ligereza y una rapidez prodigiosas. Este planeta, en efecto, completa su rotación diurna en cerca de 10 horas; allá el día dura dos veces menos que aquí y tiene cerca de 5 horas de

1. Hasta el año de 1911 se han descubiento 712 asteroides (*Nota del traductor*).

noche y 5 horas de claridad solar y como el año de Júpiter es casi igual á doce años terrestres, se cuentan en este mundo 10 455 dias en un solo año! Lo mismo que pasa con el Sol, sucede con Júpiter, que vemos variar su rotación según las latitudes, siendo más rápida en el escuador y más lenta á medida que se aleja de él.

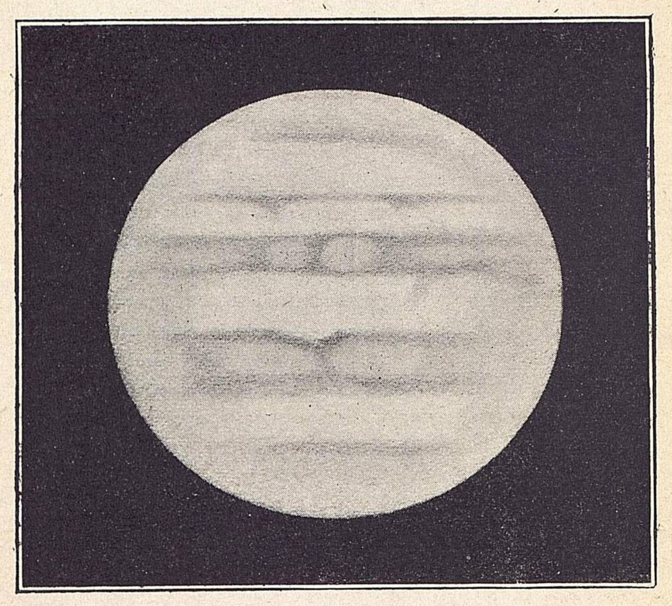


Fig. 82. — Júpiter visto con telescopio.

La revolución anual de Júpiter alrededor del Sol se efectúa en 11 años 315 días 12 horas.

¡Un niño de edad de 10 años terrestres no tendría más que un año en Júpiter, y un viejo de 80 años no estaría más que en su séptimo año joviano!

Visto á la simple vista, este planeta tiene la apariencia de una magnífica estrella que recorre el zodíaco con noble lentitud, y se comprende que nuestros antepasados hayan calificado este astro de soberano de los dioses mitoló-

gicos. Con telescopio, Júpiter semeja un enorme globo de nubes, rodeado de una atmósfera muy profunda que es asiento de perturbaciones formidables; desde aquí asistimos á los trastornos fantásticos que modifican constantemente el aspecto del planeta. Es que este gigante celeste no ha llegado aún á la estabilidad de nuestra morada. Es probable que, en razón de su volumen considerable, Júpiter no esté aún solidificado y que habiendo conservado su calor originario, rueda en el espacio como un sol oscuro, pero aún caliente y sin duda líquido.

No se ven ahí nieves polares, como en Marte, ni una configuración muy clara. Lo que se sabe de cierto es que Júpiter, aún más que la Tierra, tiene la forma de una mandarína, pues sus regiones polares presentan un aplanamiento muy notable. Pero qué mandarina! Junto á ella la Tierra estaría representada por el tamaño de una pimienta! Esta gigantesca mandarina parece tener algunas ventajas sobre nuestro grano de pimienta? Hay una, en todo caso, que podríamos envidiar : la de tener una primavera perpetua pues la posición de Júpiter es eternamente la que la Tierra presenta en el equinoccio de primavera; su eje de rotación permanece casi recto durante todo el curso de su larga revolución anual y de ahí resulta la ausencia de estaciones y de climas. Nada de invierno, de escarchas ni de nieves heladas; el calor recibido del Sol decrece gradualmente del ecuador á los polos, sin transiciones bruscas, y la duración del día y de la noche es siempre igual. No podríamos decir si hay en Júpiter grandes continentes ya constituidos ó únicamente en formación, pues con excepción de bandas más ó menos anchas de huellas blancas y grises, algunas veces teñidas de amarillo, que surcan la superficie joviana, principalmente en la región ecuatorial, no se distingue nada con precisión en este globo. Estas diferentes zonas varían y se modifican sin cesar ya en sus formas ya en sus colores.

Algunas veces están sembradas de manchas más ó menos brillantes que parecen islas flotando en la superficie movible de este planeta. El dibujo anterior (fig. 82), tomado

en mi observatorio de Juvisy, representa el aspecto de este inmenso planeta en el telescopio.

Mientras que la Luna solitaria acompaña á nuestro globo, Júpiter camina en medio de un magnífico cortejo de 7 satélites, cuatro muy grandes, visibles con los más pequeños anteojos, y tres minúsculos. Esta escolta es muy digna de su grandeza planetaria; sus cuatro principales acompañantes fueron descubiertos los días 7 y 8 de Enero de 1610 por Galileo y Simón Marius, la primera vez que dirigieron un anteojo hacia este planeta. El quinto, el sexto, el séptimo y el octavo, incomparablemente más pequeños, y de orden telescópico, fueron descubiertos, el quinto en 1892 por el Sr Barnard, astrónomo del Observatorio de Lick (California), el sexto y el séptimo en 1905 por el Sr Perrine, astrónomo del mismo Observatorio y el octavo por el Sr Melotte, del observatorio de Greenwich.

§ 41.

Saturno.

Sin ir hasta las estrellas dobles y coloridas, permaneciendo en los rayos de nuestra propia estrella, el Sol, se puede ver en el sistema planetario un miembro de nuestra familia, un hermano de la Tierra, un planeta tan original y tan diferente del nuestro, que jamás imaginación más fantástica y más atrevida hubiera osado concebir nada tan raro como este mundo. Esta maravilla del grupo solar es Saturno.

Imaginad un enorme globo no solamente del tamaño de la Tierra sino tan voluminoso como 719 tierras amontonadas. Representaos esta formidable bola bailando con tanta velocidad como Júpiter, delante del Sol del cual está alejado á la considerable distancia de 1 421 millones de kilómetros y alrededor del cual gira en una lenta revolución de cerca de 30 años terrestres. Esto ya nos parece curioso, pero no es todo, he aqui el fenómeno más extraordinario : alrededor de Saturno, encima de su



ecuador y á corta distancia de éste, un inmenso anillo, plano y relativamente delgado, forma un amplio cinturón, invisible ó blanquizco durante el día, como una aureola nebulosa, pero que ilumina durante la noche. Este anillo está seguido de otro segundo anillo que lo rodea y éste de un tercero. Este sistema de anillos es como un arco

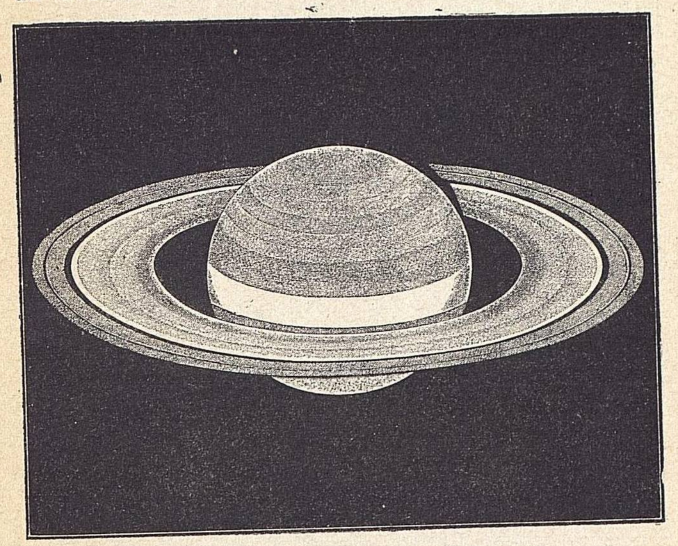


Fig. 83. — Saturno visto con telescopio.

gigantesco, lanzado encima del planeta y girando alrededor de él con una velocidad que varía de 4 á 13 horas, pues cada anillo y aun cada círculo de anillo tiene su movimiento propio; el más próximo al globo va más rápido, el más distante gira más lentamente. Cuando llega la noche, para cualquiera región del planeta, el cielo se ilumina en la vasta zona que comprende los anillos y, en lugar de un arco iris de siete colores, se ve brillar un arco de luz que da á Saturno una fantástica « claridad de anillos », á la que se añade la luz de 10 lunas, pues el mundo saturniano está acompañado de *diez* satélites.



La luz de los anillos de Saturno es la reflexión de la luz del Sol que los ilumina como ilumina al planeta mismo y á sus satélites.

Visto Saturno á la simple vista, no hace sospechar la hermosura y la riqueza de su sistema; en apariencia es un astro poco brillante que camina penosamente en las profundidades del espacio. Es por esto por lo que los antiguos poetas, considerando su aspecto triste, le dieron el nombre de dios del Tiempo, viejo inexorable que gravemente y con lentitud prosigue infatigable su camino sin fin.

Afortunadamente la ciencia ha rehabilitado al pobre Saturno. En la época de Galileo, en el siglo XVII, había la duda de qué podía ser este raro apéndice, que en un pequeño anteojo hacía parecer á Saturno como una bola con dos asas, una especie de marmita celeste, ó más bien un sombrero de cardenal. Más tarde, con instrumentos de más alcance, se descubrió, no sin admiración, la rara combinación de este sistema; por último, observaciones más precisas nos han enseñado que los anillos se componen de un número inimaginable de partículas, de una cantidad de fragmentos cósmicos, arrastrados en movimiento rápido alrededor del planeta.

En los mejores anteojos Saturno aparece como un mundo rodeado de nubes y los detalles de su superficie escapan á nuestras miradas. Sin embargo se sabe que está rodeado de una atmósfera muy espesa y que gira sobre su eje en cerca de 10 horas 15 minutos, lo que le proporciona alternativas de cinco horas de día y cinco horas de noche, durante las cuales brillan los anillos y las diez lunas. Atendiendo á la rapidez de su rotación diurna, Saturno tiene 25 217 rotaciones ó días saturnianos en una sola de sus revoluciones alrededor del Sol, el año de este planeta iguala á 29 años 167 días terrestres, es decir casi treinta de nuestros años.

Saturno guardaba, según los antiguos, la frontera del dominio solar; pero la ciencia atrevida é independiente ha franqueado esta barrera y ensanchado los límites del sistema del mundo.



§ 42.

Urano, Neptuno.

El 13 de Marzo de 1781, William Herschel [1] artista hanoveriano que había abandonado el estudio de la música por consagrarse á la sublime ciencia del cielo, había instalado un observatorio en Inglaterra y examinaba las estrellas de la constelación de los Gemelos con un telescopio que él mismo había fabricado, y que era el mejor instrumento de observación de su época, cuando notó un punto luminoso cuyo diámetro le pareció superior á la de las otras luces celestes. Quedó asombradó y reemplazó el aumento de su telescopio por oculares más poderosos y vió que el astro misterioso parecía aumentar proporcionalmente con la amplificación del poder óptico. No había ya que dudar, no se trataba de una verdadera estrella puesto que los soles del infinito están tan lejos que siempre se nos presentan con el aspecto de un simple punto, más ó menos brillante aun con los más poderosos anteojos astronómicos, y el observador pensó que este nuevo astro, perteneciendo seguramente á la familia solar, debería ser un cometa. Anuncia oficialmente su descubrimiento; nadie pensó en que sería un nuevo planeta, pues siempre estamos dispuestos á creer que la ciencia ha dicho su última palabra, y el sistema solar parecía limitado como siempre por la órbita de Saturno. Sin embargo fué necesario, al cabo de varios meses de discusión, rendirse á la evidencia. No sin vacilación se le admitió en la familia solar. De grado ó por fuerza hubo que sujetarse y el séptimo planeta recibió el nombre de Urano, padre de Saturno según la Mitología.

La existencia de Urano permaneció mucho tiempo oculta á la humanidad porque este mundo, invisible á la símple vista por razón de su inmenso alejamiento, no presenta

1. William Herschel, astrónomo nacido en Hanover, naturalizado inglés (1738-1822).



disco aparente en los anteojos pequeños; es necesario observarlo con poderosos aumentos para notar su parentesco con la Tierra y aun así no se puede distinguir ningún detalle en su superficie.

Ya sabemos que este lejano planeta gravita alrededor del Sol á la distancia de 2 858 millones de kilómetros, que es un globo 69 veces más voluminoso que la Tierra y 14 veces más pesado y que tiene estaciones muy marcadas, pues cada una de ellas dura 21 años puesto que su revolución completa es de 84 años 7 días terrestres. Si las cosas suceden allá como acá, un niño de un año de edad, que comenzara á hablar en los brazos de su nodriza, hubiera vivido ya tanto como un viejo de 84 años en la Tierra.

El lejano planeta de Herschel está rodeado de cuatro lunas que en lugar de girar de occidente á oriente, como los satélites de Marte y nuestra propia Luna, caminan de oriente á occidente ó, en otros términos, casi perpendicularmente al plano de la órbita. Por qué esta originalidad? Es lo que aun no se puede adivinar.

Sería necesario reunir 69 globos como el que lleva los destinos de la humanidad terrestre para igualar el volumen de Urano, y á pesar de sus dimensiones este gran planeta es invisible á la simple vista para nosotros. Se comprende fácilmente que la Tierra con más razón no será visible desde Urano.

No conocemos casi nada de la constitución física de Urano. Sin embargo el análisis de su atmósfera nos demuestra que no se parece químicamente á la que respiramos.

Este planeta no es el último de nuestro sistema. Más lejos aún, á 4 478 millones de kilómetros, boga el octavo planeta que, á pesar de su inconcebible alejamiento del Sol, está sostenido en el cielo por la atracción del poderoso foco solar, del mismo astro que nos da calor y luz.

Urano fué descubierto por el ojo astronómico, es decir, por el telescopio; Neptuno lo fué por el cálculo.

Además de la influencia solar, los planetas ejercen unos sobre otros una atracción mutua que perturba un poco



la armonía establecida por el Sol. Los más fuertes obran sobre los más débiles y el colosal Júpiter, por sí solo, es la causa de muchas perturbaciones en nuestra gran familia de mundos. Ahora bien, observando con regularidad la posición de Urano en el espacio, no tarda en notarse irregularidades que, en virtud de la inmutable é invencible ley de la atracción, no podían atribuirse sino á la influencia de un planeta desconocido situado más allá de Urano. Pero, á qué distancia?

Concebido el problema, no era muy fácil resolverlo. No obstante, el ilustre matemático y astrónomo francés, Le Verrier[1] lo logró.

Después de largos y arduos cálculos, anunció Le Verrier la posición del planeta ultra-uraniano, el 31 de Agosto de 1846 y el 23 de Septiembre siguiente, el astrónomo Galle del observatorio de Berlín, que acababa de recibir el cálculo de Le Verrier, dirigió un anteojo hacia el punto del cielo indicado y notó la presencia del astro que buscaba. Le Verrier, sin salir de su gabinete de trabajo, sin mirar el cielo, había encontrado por solo el poder de las matemáticas, y de una manera conmovedora, en la extremidad de su pluma, al planeta desconocido. Recibió este planeta el nombre del dios de los mares, *Neptuno*, hijo de Saturno y hermano de Júpiter.

A la distancia de 4 billones 478 millones de kilómetros, Neptuno presenta, en un anteojo, el aspecto de una estrellita. Sin embargo sabemos que esta estrellita es un mundo cuatro veces más grande que la Tierra, es decir que, colocando en una misma línea cuatro globos terrestres, se tendría el diámetro de Neptuno y reuniendo cincuenta y cinco globos del tamaño de la Tierra, se formaría un bloque tan voluminoso como el planeta más lejano del sistema solar. Pero la diferencia más extraordinaria entre nuestro planeta y Neptuno reside en la duración de sus revoluciones alrededor del Sol. En 365 días ó un año la Tierra da una vuelta. Para nosotros un año es á menudo largo;

1. Le Verrier, astrónomo francés (1811-1877).



¡qué diríamos si viviéramos en Neptuno? Ahí, cada revolución comprende 164 años 280 días terrestres. ¡Cuántas revoluciones humanas pueden producirse en una sola, noble y pacífica revolución de Neptuno alrededor del Sol!

No se sabe absolutamente nada acerca de la constitución física de este último planeta, si no es que, como Urano, está rodeado de una atmósfera muy diferente de la nuestra y que está acompañado de un satélite cuando menos, el cual gira, como los de Urano, de este á oeste con marcada inclinación.

§ 43.

Cometas, estrellas errantes, uranolitos.

Ahora que hemos recorrido todo el sistema del mundo, detengámonos algunos instantes en una población celeste no menos interesante hasta cierto punto que los planetas y los satélites.

Existe una categoría de astros que se presentan raras veces á las miradas humanas y con los que se inquietan muchas personas; estos astros son los cometas. Lo que se dice de ellos, sin contar á las personas instruidas que tienen algunas nociones astronómicas, no tiene generalmente ni pies ni cabeza, lo que es como un símbolo de la ignorancia de las gentes que hablan de lo que no saben, pues precisamente estos astros se distinguen de los demás porque presentan una cabeza y una cola, lo que les da un aspecto raro.

En realidad un cometa es un cuerpo celeste extremadamente ligero, una bocanada de gas, vapores transparentes que viajan en el espacio según una elipse muy alargada. En su lacónica sencillez, esta descripción no tiene nada de amedrentador y no explica la inflencia terrorífica que estos astros errantes han ejercido, en todo tiempo, en la humanidad. Pero es precisamente su inconsistencia, su extraordinaria movilidad y sus rápidas metamorfosis, lo



que desconcierta. Algunas veces un cometa adquiere de repente tales dimensiones y una forma tan rara, que el espíritu puede asustarse; ahora bien esta dilatación, estos cambios de aspecto no se producen sino en razón de la extremada tenuidad del astro cometario.

Estamos acostumbrados á ver reinar en el cielo la más perfecta armonía; el Sol nos parece que sigue invariablemente el mismo curso; la Luna nos presenta siempre las mismas fases, y su movimiento alrededor de la Tierra no tiene para nosotros ningún secreto; las estrellas, inmóviles en apariencia, semejan clavos de oro pegados en el fondo del cielo; todo esto es regular y no nos asombra. Pero los cometas son otra cosa. De vez en cuando, y sin ningún aviso anterior, se ve aparecer muy lejos en el espacio una especie de nubecita blanca tan transparente que á través de ella se pueden ver brillar las estrellas.

De una noche á otra la aparición se desaloja entre los astros; su forma y sus dimensiones se modifican, pues cuando el cometa se aproxima al Sol se vuelve luminoso, su sustancia se esparce y se desarrolla de una manera prodigiosa en una extensión de muchos millones de kilómetros. La materia de estos astros es tan ligera que, en la cola de ciertos cometas, se les podría cortar un pedazo del tamaño de la iglesia de Nuestra Señora y respirarlo en forma de aspiración homeopática. Se han visto cometas de dimensiones colosales y cuyo peso era, no obstante, tan débil, que se hubiera podido llevarlo en la espalda sin fatiga! Sin embargo, he aquí astros que han desempeñado un papel importante en la historia de la humanidad. Antes, cuando se veía aparecer uno de estos cuerpos celestes que se dilatan bajo los rayos solares, se enloquecían las personas, temían que fuera la maldición divina y esperaban sencillamente el fin del mundo.

En el año 837 apareció un cometa, era bajo el reinado de Luis el Piadoso. Desde que el rey supo la aparición del astro cabelludo, mandó llamar á su astrólogo y le preguntó qué era lo que quería decir esta aparición.

Las respuestas que recibió no le satisficieron y quiso

conjurar el mal dirigiendo oraciones al cielo, ordenando

Fig. 84. — El cometa de 1907. Fotografía tomada en el Observatorio de Juvisy.

el ayuno á toda su corte y construyendo iglesias. Tres años más tarde, en 840, el rey murió; el cometa estaba ya

muy lejos pero no impidió que los historiadores encontraran una correlación entre el astro funesto y la muerte de su soberano.

En 1066, análoga aparición vino á inquietar los espíritus en los momentos en que Guillermo de Normandía empezaba la conquista de Inglaterra, pero se dice que esto tuvo una feliz influencia en la victoria de Hasting. Algunos siglos más tarde hubo nueva emoción. Era en 1456, tres años

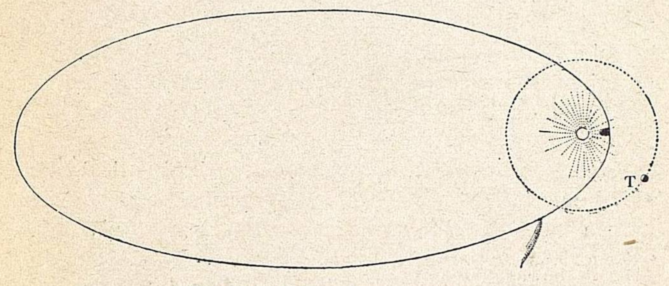


Fig. 85. — Órbita de un cometa.

después de la toma de Constantinopla por los Turcos. La invasión de los musulmanes hacía temblar á toda Europa, cuando se vió brillar en el cielo un inmenso cometa. En realidad los observadores de esta época lo encontraron horrible, de tal manera los transtornaba el miedo. ¡Cuántas cosas se hicieron para conjurar su maléfica influencia! Algunos se inmolaron al cometa, otros perecieron de miedo y otros se enfermaron de espanto. Pues bien, este cometa es el mismo que apareció en 1066 y en 837, cuyas apariciones son memorables; se ha presentado además á menudo á las miradas temerosas de los hombres y si las creencias de la humanidad hubieran estado bien fundadas, nuestro mundo ya hubiera muerto lo menos veinticuatro veces admitiendo que no hubiera más que un solo cometa que comprometiera la estabilidad de la Tierra. Pero es muy inofensivo y no ha causado mal á nadie; al contrario nos revela que los cometas están sometidos á las leyes generales que rigen

el universo. El gran Newton anunció que obedecen como los planetas á la atracción universal, que deben recorrer curvas extremadamente alargadas y volver periódicamente á contornear al Sol, foco de la elipse. Basándose en estas ideas, Halley [1] calculó la marcha del cometa de 1682 y notó que su movimiento ofrecía tal semejanza con las apariciones de 1531 y 1607 que creyó poderlo identificar y anunciar el regreso en el año de 1759. Fiel á la llamada que se le había hecho, atraido irresistiblemente por el astro del día, el cometa volvió en la fecha señalada por el cálculo, 17 años después de la muerte del ilustre astrónomo. Al brillar sobre su tumba venía á glorificar el poder del pensamiento humano que arranca al cielo sus más misteriosos secretos.

Este célebre cometa que había aterrorizado á la humanidad en 1455, 1066 y 837 vuelve cada 76 años, pero parece que disminuye en magnitud y en brillo. Los astrónomos que ven el pasado y el porvenir, ven también « lo invisible » en el cielo sin límites y siguen al cometa vagabundo en las tinieblas del espacio.

Ellos no pueden distinguirlo pero saben dónde se encuentra en determinada fecha. Volvió á nuestras miradas en 1835 y no tardará en aparecer. De esta manera el espiritu científico ve lo que los ojos no pueden alcanzar.

Pero el cometa de Halley no es el único en su género en la inmensidad de los cielos; al contrario estos ligeros astros son muy numerosos. Kepler decía que habia tantos cometas en el cielo como peces en el océano, solamente que son raros los que atraen todas las miradas y conmueven al mundo; la mayor parte de ellos son telescópicos y quedan reservados á la observación de los astrónomos.

Llegan de las profundidades del espacio en todas direcciones y parece que vienen y se reaniman con el ardiente y luminoso foco solar. Débiles y pálidos al principio, son atraidos hacia el Sol por un invencible poder, su movimiento se acelera, se dilatan por último cuando el Sol los

1. Halley, astrónomo inglés (1656-1742).

Fig. 86. — Estrellas errantes.

penetra con su esplendor y les da su brillo efímero. Muchos de estos viajeros celestes hacen á nuestro Sol una sola visita pues se van á explorar otros universos. A estos astros no los podemos ver más que una vez porque describen parábolas[1] y son lanzados al infinito; jamás vuelven, se pierden para nosotros. Si el imprudente cometa, al caminar hacia el Sol, pasa demasiado cerca de un gran planeta, como Júpiter, Saturno ó Neptuno, cae bajo su atracción y la parábola original se cambia en elipse. El cometa queda prisionero de nuestro sistema y no podrá escaparse. Después de ser reconfortado por el foco solar, deberá volver al punto donde sintió el primer impulso de un nuevo destino. Cuestión de suerte. En adelante pertenece á la familia solar y viajará á lo largo de una curva cerrada.

Los cometas visibles á la simple vista son bastante raros y los grandes cometas lo son excesivamente. Después de las magníficas apariciones de 1858 y 1861 no hemos tenido como hermosos cometas más que los de 1874, 1881 y 1882. Pero después de 25 años hemos tenido uno bastante bello en 1907 que fué poco apreciado porque era necesario levantarse á las 2 de la mañana para observarlo antes de la aurora. La fotografía anterior (fig. 84), tomada en mi observatorio de Juvisy por el. Sr Quenisset, da una idea de él. La exposición fué de una hora y como el anteojo seguía el movimiento del cometa, las estrellas fijas impresionaron el cliché en forma de rasgos alargados.

En general se observan en un cometa tres partes distintas : desde luego un punto central más ó menos brillante, llamado el *núcleo*, rodeado de una aureola vaporosa llamada *cabellera* y prolongada por una huella luminosa, que es la *cauda*. La cabellera y el núcleo reunidos forman la *cabeza* del cometa; esto no es por decirlo así, más que un vestido de gala con el que se adorna el astro cometario para presentarse dignamente delante de su soberano el Sol. En el oscuro espacio, lejos

1. Véase la *Iniciación matemática*, por C.-A. Laisant, p. 58.



de la antorcha del día, el cometa se repliega sobre sí mismo y no es más que una burbuja nebulosa, sin cola, sin cabellera, de aspecto muy modesto.

Esta vida errante no deja de tener sus peligros para estos frágiles viajeros siderales. Además del riesgo de ser capturados por un gran planeta, están expuestos á encuentros peligrosos, á perturbaciones violentas. Más de uno ha muerto y como consecuencia de semejante accidente hemos sido gratificados en diversas ocasiones por lluvias de estrellas errantes.

En efecto, estos puntos luminosos que se deslizan en el cielo como flechas de fuego, no son como cada uno de vosotros lo adivina, verdaderas estrellas. Son átomos, minucias, minúsculos fragmentos que provienen á menudo de la desagregación de los cometas. Las estrellas errantes nos vienen de muy lejos, de millares y millares de kilómetros y circulan alrededor del Sol siguiendo elipses muy alargadas que semejan muchas de ellas, órbitas cometarias. Su vuelo, extremadamente rápido sobrepasa algunas veces 40 kilómetros por segundo. Cuando estos pequeños corpúsculos llegan cerca de la Tierra son atraidos por ella y cuando penetran en la parte alta de nuestra atmósfera, el frotamiento producido por este encuentro transforma el movimiento en calor, las moléculas se inflaman y brillan como estrellas de una luz á menudo espléndida. La altura manifestada por la luz á su llegada á nuestra atmósfera es ordinariamente de 110 kilómetros y de 80 en el momento de la desaparición del meteoro. Sin embargo se han observado estrellas errantes hasta 300 kilómetros.

Un *bólido* no es otra cosa que una estrella errante muy luminosa. Es necesario decir que el espacio está lleno de estos restos de materia cósmica : unos no son más que granos de polvo que penetran en la atmósfera terrestre, dando nacimiento á las estrellas errantes; otros, más grandes aparecen bajo la forma de bólidos; otros, todavia más grandes son los *uranolitos* que después de hacer explosión en el aire á gran altura, caen á la superficie del suelo.



Estas piedras caídas del cielo contienen como elemento principal el fierro. No son raras. En el museo de historia natural de Paris se han reunido varios millares de kilogramos. Algunas veces un solo bloc pesa centenares de kilogramos. En el mes de Mayo de 1907, cayeron en Dulalipur, Estados Unidos, varios uranolitos que pesaron, cada uno, cerca de 250 kilogramos. Cuando los fueron á recoger estaban todavía calientes, eran negros y se rompían fácilmente. Su caída estuvo precedida de violentas explosiones.

§ 44.

Nebulosas y masas estelares.

Hemos conocido á las estrellas, hemos visitado á los planetas. Completemos estas contemplaciones astronómicas con una excursión celeste todavía más lejos.

Al contemplar el cielo estrellado en las noches sin Luna, se puede notar, entre las constelaciones, como pequeñas manchas de vapor, nubes minúsculas de una palidez luminosa.

Mientras los hombres no tuvieron á su disposición, para observar los cielos, otro instrumento de óptica que el que la naturaleza ha dado á todo ser humano, el ojo, se preguntaban qué podrían ser estas ligeras brumas celestes, á las que dieron el nombre de *nebulosas* en relación á su aspecto. Pero los instrumentos astronómicos, los telescopios, abrieron nuevos horizontes á la humanidad; ahí, donde á la simple vista no se distinguía más que una débil claridad, un poderoso anteojo nos muestra, en muchos casos, una *masa de estrellas* estrechamente unidas unas con otras.

En la constelación de Hércules, visible en nuestras latitudes europeas durante el estío, se puede ver una de las más hermosas aglomeraciones de estrellas de este género. Se presenta á la simple vista como una mancha luminosa

que no deja adivinar la magnitud, la riqueza ni el esplendor de esta condensación estelar.

En el telescopio este vapor blanco se transforma á los ojos deslumbrados, en un hormiguero de puntos chispeantes, innumerables y cada uno de estos puntos en un sol, un astro colosal, un foco de calor y de luz.

Perseo, este ilustre héroe mitológico de grata memoria,

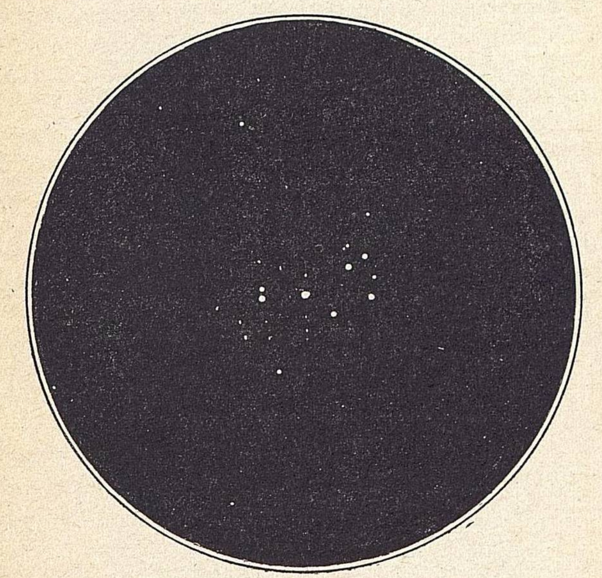


Fig. 87. — Las Pléyades fotografiadas.

cuya historia hemos contado, tiene en su mano derecha dos espléndidas masas de estrellas una cerca de otra, que adornan el puño de su espada con una abundancia de soles. Estos dos archipiélagos de mundos hacen, á la simple vista, el efecto de dos estrellas confusas, extendidas en manchas blanquecinas.

Estas masas estelares son numerosas en el cielo, en el telescopio afectan á menudo las formas más extraordinarias de coronas, peces, cangrejos, alas de pájaros,

etc., toda clase de aspectos de una rara irregularidad.

En algunas, las estrellas están muy condensadas, y en otras, por el contrario, las estrellas parecen estar muy separadas, lo que permite á los contempladores de las maravillas celestes, que no poseen poderosos instrumentos de observación, adquirir con sus modestos recursos una idea de estas asociaciones estelares. Es lo que pasa con las Pléyades; á la simple vista este grupo encantador tiene una figura muy conocida en la que se cuentan de 6 á 9 estrellas según el alcance de la vista. El ojo telescópico y sobre todo el ojo fotográfico, descubre ahí no 6 ó 9 estrellas, ni solo 12 ó 15, sino centenares, millares, una verdadera polvareda luminosa de la que cada grano es un Sol y de las cuales un gran número son tal vez más voluminosos, más grandes que nuestro astro del día.

Pongo á disposición de los que estudian el cielo dos de estas célebres masas de estrellas fotografiadas en mi observatorio : la primera representa las Pléyades, tal como las ve sin anteojo una persona de mediana vista; el segundo es uno de los más ricos conglomerados de estrellas visibles en nuestras latitudes, la *masa de Hércules*. ¡No olvidemos que cada uno de estos puntos es un Sol!

Hay entre estas nubecitas estelares, flotando á inconmensurables distancias unas en las que ni con los mejores instrumentos se han podido descubrir estrellas y á las que se ha reservado el nombre de *nebulosas*. Unas son gigantescas moles de gas, tal vez universos en formación, futuras aglomeraciones de centenares ó de millares de soles, las cuales podrán á su vez dar nacimiento á sistemas de mundos en cuya superficie se desplegará la vida en formas no sospechadas; pero pasarán millones de años antes de que los astrónomos del porvenir (no los de la Tierra pues nuestro pequeño globo ya habrá muerto, antes de que estas transformaciones terminen, sino los de otros mundos más jóvenes) puedan ver brillar un ejército de estrellas ahí donde nuestros ojos no distinguen ahora más que impenetrables nebulosas gaseosas.

Esta constitución gaseosa está comprobada también por

el análisis químico de su luz estudiada en el espectroscopio. Otras nebulosas nos han dejado perplejos; no han podido ser resueltas en estrellas y, no obstante, su estado nebuloso no ha podido ser comprobado por el análisis espectral.

Se supone que estos son universos lejanos ya constituídos, pero tan lejanos que ningún medio de exploración celeste, ningún telescopio ha llegado á sondear su inimaginable distancia; pero estas son solamente conjeturas; sin duda la ciencia del porvenir gracias á los progresos incesantes de la óptica desgarrará el velo que nos oculta la verdad y hace que estas nebulosas sean, para nosotros, creaciones misteriosas.

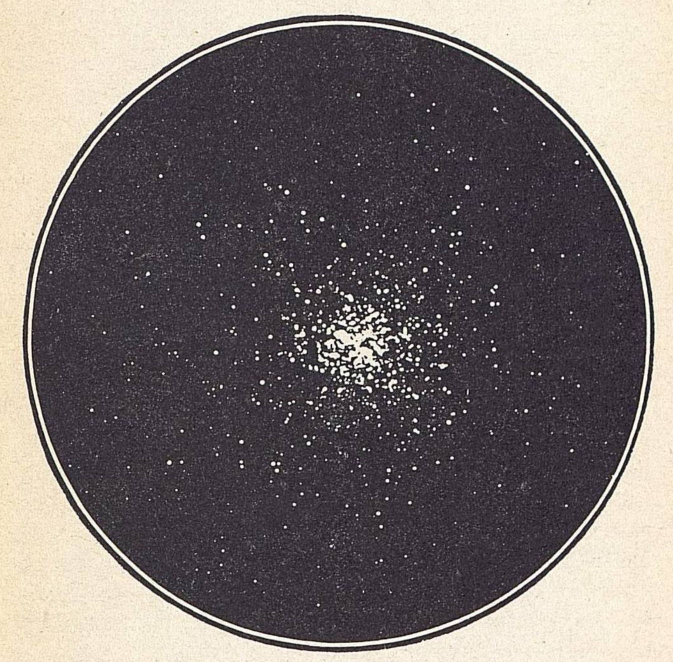


Fig. 88. — La masa de Hércules fotografiada.

Cuando se observa el cielo á la simple vista, las masas de estrellas y las nebulosas presentan el mismo aspecto vaporoso, pero estas son generalmente mejor visibles y tienen dimensiones aparentes más grandes; tal es por ejemplo la nebulosa de Andrómeda que presenta, vista con gemelos ó con un pequeño anteojo, el aspecto de una aceituna blanca ó de un hueso de dátil, y sobre todo la espléndida nebulosa de Orión, que fácilmente se adivina á la simple vista y que á menudo se compara su aspecto telescópico con un murciélago de alas extendidas.

Además, los astrónomos han confundido por mucho tiempo en una misma familia á las nebulosas y á las masas estelares, pero recientes investigaciones científicas las han separado ahora. El conjunto de observaciones y de cálculos concordantes parece establecer definitivamente que las masas de estrellas deben considerarse pertenecientes á una inmensa, á una colosal aglomeración de estrellas, muy heterogénea, cuyo plano tenemos trazado por la Via Láctea.

Todo el mundo conoce la Via Láctea, este ancho listón blanquecino semejante á una amplia cinta pálida, más ó menos luminosa en algunos lugares, que atraviesa el cielo enteramente. En realidad es un hormiguero de astros; cada uno de ellos es demasiado pequeño para ser visible separadamente; sin embargo unos gemelos bastan para hacer brotar de este reguero luminoso un centelleo de astros; un pequeño anteojo hace resplandecer á nuestros ojos una multitud de puntos brillantes; con los poderosos telescopios, es un verdadero tejido de luz, formado de estrellas cuyo número está calculado en 18 millones; sí, 18 millones de soles que parecen tan unidos unos con otros, á la distancia á que los observamos, que no se pueden separar á la simple vista. Nuestro Sol es una estrella de la Via Láctea. Esta nos rodea como un círculo máximo y si la Tierra fuera transparente, veríamos á esta nube estrellada bajo nuestros pies como encima de nuestras cabezas. Ahora bien, la Via Láctea es una imagen de perspectiva formada por la superposición de una multitud

innumerable de masas de estrellas muy variadas en extensión, en forma y en riqueza, proyectadas unas delante de otras y cuyo conjunto constituye una formidable aglome-



Fig. 89. — La nebulosa de Andrómeda.

ración de soles. La forma de este universo estelar nos es desconocida; algunas veces podemos compararla á una esfera irregular, aplanada, cuyo ecuador lo marca la Via Láctea.

Es principalmente en esta zona donde están deseminadas las masas de estrellas y aun las mismas estrellas.

No pasa lo mismo con las nebulosas irresolubles ó gaseosas; se presentan á uno y otro lado de la Via Láctea y pueden estar fuera de nuestro universo.

Nuestra Via Láctea, con sus millones de estrellas, no nos representa más que una parte de la creación. Otros universos tan vastos, tan grandiosos como el nuestro, pueblan el vacío sín límites del infinito y se renuevan en todos sentidos, á todas las profundidades del espacio, á distancias inconmensurables.

Terminemos aquí nuestra descripción general del universo. Es, como lo hemos dicho en las primeras páginas de este librito, una descripción muy sumaria destinada á servir de guía al padre ó á la madre de familia, al profesor, para la formación de la inteligencia de todos los niños, interesándolos, distrayéndolos y llevándolos á la verdad sin esforzar su memoria, Las personas amantes de la naturaleza que quieran ir más adelante en su instrucción tienen á su disposición obras más completas.

Una palabra aun antes de dejaros. Se trata de intentar comprender la inmensidad, el espacio infinito en el que se nueven los mundos.

§ 45.

El espacio sin límites.

Estamos en la Tierra, globo flotante, que gira y que revoluciona, juguete de más de doce movimientos incesantes y variados, pero somos tan pequeños sobre este globo que todo nos parece inmóvil é inmutable. Sin embargo la noche extiende sus velos, las estrellas se iluminan en el fondo de los cielos, la Luna vierte en la atmósfera su blanca claridad. Partamos, lancémonos con la velocidad de la luz que es, recordémoslo, de 300 000 kilómetros por segundo. Desde el segundo segundo pasaremos



á la vista del mundo lunar que abre ante nosotros sus cráteres hendidos, sus montañas anulares, sus murallas abruptas, sus crestas salvajes y desnudas, sus valles profundos, las grietas múltiples de su suelo revuelto. Pero no nos detengamos; el sol aparece y nos permite por última vez dirigir la vista á la Tierra iluminada, pequeño globo inclinado que cae haciéndose pequeño en la noche infinita. Venus se aproxima, tierra nueva, igual á la nuestra; tal vez poblada también de seres más ó menos análogos á nosotros. No nos retardemos. Pasamos bastante cerca del Sol para reconocer sus explosiones gigantescas y formidables, pero continuemos nuestro vuelo. He aquí á Marte con sus hielos polares, sus mares estrechos, sus llanuras vegetales, sus canales oscuros, sus terrenos rojizos. Hay ahí un mundo lleno de actividad y de vida en cualquiera forma que sea. El tiempo nos apremia, nada de pararnos. Júpiter, coloso enorme aparece cada vez más y más próximo. Mil tierras no lo igualarían. ¡Qué rapidez en sus días! ¡Qué tumultos en su superficie! ¡Qué tempestades, qué huracanes bajo su inmensa atmósfera! Está aún en el periodo de infancia de su existencia planetaria, más tarde, dentro de algunos centenares de siglos, adquirirá sin duda la estabilidad relativa de la Tierra. Es el mundo del porvenir. Volemos, volemos siempre. ¿Qué es este planeta que gira impetuosamente sobre sí mismo con tanta rapidez como Júpiter y que está coronado de una rara aureola, de un prodigioso sistema de anillos giratorios? Es Saturno. Alrededor de este globo fantástico, diez lunas presentan variadas fases. Vamos aún más lejos. Urano y Neptuno son los últimos mundos que encontraremos en nuestra travesía; el último está á más de cuatro mil millones de kilómetros de la Tierra, la que ya es invisible en estas lejanas regiones. Pero volemos, volemos siempre. Lentamente un pálido cometa se desliza como un soplo; distinguimos siempre al sol brillando en medio de la población del cielo como una estrella inmensa. Con la velocidad constante de 300 000 kilómetros por segundo, cuatro horas fueron bastantes para transportarnos á la



distancia de Neptuno, pero hace ya muchos días que nos alejamos sin cesar de esta frontera, y durante muchas semanas, muchos meses, continuamos atravesando las soledades de que está rodeada la familia solar; no encontramos más que cometas que viajan de un sistema á otro, polvaredas cósmicas, uranolitos, restos de los mundos en ruinas, borrados del libro de la vida. Volemos, volemos aún durante cuatro años, antes de alcanzar el sol más próximo, hornaza creciente, doble foco que gravita cadenciosamente y vierte á su rededor en el espacio una luz y un calor más intensos que los de nuestro propio sol. Pero no nos detengamos; continuemos durante diez años, veinte años, cien años, mil años en este mismo viaje, con la misma velocidad de 300 000 kilómetros por segundo! Sí, durante mil años sin reposo ni tregua, atravesamos el espacio, examinamos al pasar estos *soles* de todas magnitudes, focos fecundos y poderosos, astros cuya luz flamea y palpita, innumerables familias de *planetas*; variadas, múltiples, tierras lejanas pobladas de seres desconocidos, de todas formas y naturalezas, *satélites* de fases multicolores y paisajes celestes inesperados; observemos estas naciones siderales, saludemos sus trabajos, sus obras, adivinemos sus costumbres, sus ideas; pero no nos detengamos. He aquí otros mil años que se presentan para continuar nuestro viaje en línea recta; ocupémoslos en franquear todas estas masas de estrellas, estos universos lejanos, esta Via Láctea que se desgarra en jirones, estos génesis formidables que se suceden á través de la inmensidad siempre sorprendente; no nos sorprendamos si los soles que se aproximan ó las estrellas lejanas lloran ante nosotros lágrimas de fuego que caen en el abismo eterno; asistimos á la destrucción de globos, á la ruina de tierras caducas, al nacimiento de nuevos mundos; sigamos la caída de los sistemas hacia las constelaciones que los llaman, pero no nos detengamos. Todavía mil años, diez mil años, aún cien mil años de este vuelo sin descanso, siempre en línea recta, con la invariable velocidad de 300 000 kilómetros por segundo! Imaginémonos que



bogamos así durante un millón de años ó aun un millón de siglos... ¿Estamos en los confines del universo? Hay aquí inmensidades negras que es preciso franquear. Pero allá abajo, otras estrellas se encienden, lancémonos hacia ellas, alcancémoslas. Nuevos millones de años, nuevas revelaciones, nuevos esplendores estrellados, nuevos universos, nuevos mundos, nuevas tierras, nuevas formas de vida! Y qué ¿jamás llegamos al fin? ¿jamás habrá un horizonte cerrado? ¿Jamás habrá bóveda, jamás habrá barrera que nos detenga? ¡Siempre el vacío! ¿dónde estamos pues? ¿Qué camino hemos recorrido? Hemos llegado... á dónde? al vestíbulo del infinito! En realidad no hemos avanzado nada! El centro está en todas partes, la circunferencia en ninguna parte.... sí, he aquí abierto ante nosotros el *Infinito*. Pero retrocedamos de terror, estamos aniquilados é incapacitados para proseguir una carrera inútil. Podemos caer, caer en línea recta, caer siempre, jamás, jamás alcanzaríamos el fondo, nunca llegaríamos á limitar el horizonte siempre abierto. Ni cielo, ni infierno; ni Oriente, ni Occidente; ni arriba, ni abajo; ni derecha, ni izquierda. En cualquiera dirección que consideremos el abismo, es el infinito en todos sentidos. En esta inmensidad las aglomeraciones de soles y de mundos que constituyen nuestro universo visible, no forman más que una isla del gran archipiélago y, en la eternidad de la duración, la vida de nuestra humanidad, la vida entera de nuestro planeta no es más que.... el sueño de un instante.

CATÁLOGO

DE LOS COMETAS DESCUBIERTOS DESDE EL 1° DE ENERO DE 1901 HASTA LA FECHA DE LA PUBLICACIÓN DE ESTE LIBRO

Estadística formada por el Profesor Luis G. León, fundador de la Sociedad Astronómica de México.

1901.

I. 12 de Abril. — Descubierto por el Sr Vizcarra, de Paysandú, Uruguay. Fué un cometa muy hermoso que solamente pudo ser observado en el hemisferio austral.

II. 5 de Agosto. — Cometa periódico de Encke, descubierto casi simultáneamente por el Sr Rambaud, del Observatorio de Argel, y por el Sr Wilson, de Northfield, Estados Unidos.

1902.

III. 14 de Abril. — Descubierto por el profesor William R. Brooks, del Observatorio de Geneve, Estado de Nueva York, E. U.

IV. 23 de Julio. — Descubierto por el Sr Grigg, de Támesis, Nueva Zelandia.

V. 1° de Septiembre. — Descubierto por el Sr Carlos D. Perrine, del Observatorio de Lick. Adquirió el brillo de una estrella de 4ª magnitud y por algunos días fué visible á la simple vista.

VI. 6 de Diciembre. — Descubierto por el Sr Giacobini, del Observatorio de Niza.



1903.

VII. 19 de Enero. — Descubierto por el Sr M. Giacobini, del Observatorio de Niza.

VIII. 16 de Abril. — Descubierto por el Sr Grigg, de Támesis, Nueva Zelandia.

IX. 21 de Junio. — Descubierto por el Sr Borrelly, del Observatorio de Marsella. Aumentó rápidamente de brillo hasta hacerse visible á la simple vista y llegó á tener el brillo de una estrella de 4ª magnitud.

X. 18 de Agosto. — Cometa periódico de Brooks (1881, V). Descubierto por el Sr Aitken, del Observatorio de Lick.

1904.

XI. 16 de Abril. — Descubierto por el profesor William R. Brooks, del Observatorio de Geneve, Nueva York, E. U.

XII. 11 de Septiembre. — Cometa periódico de Encke, descubierto por el Sr A. Kopff, del Observatorio de la Universidad de Heidelberg, Alemania.

XIII. 30 de Noviembre. — Cometa periódico de Tempel, descubierto por el Sr Javelle, del Observatorio de Niza.

XIV. 17 de Diciembre. — Descubierto por el Sr Giacobini, del Observatorio de Niza.

XV. 28 de Diciembre. — Descubierto por el Sr Borrelly, del Observatorio de Marsella.

1905.

XVI. 26 de Marzo. — Descubierto por el Sr Giacobini, del Observatorio de Niza.

XVII. 17 de Noviembre. — Descubierto por el Sr Emilio Schaer, de Ginebra, Suiza.

XVIII. 6 de Diciembre. — Descubierto por el Sr M. Giacobini, del Observatorio de Niza. En Febrero de 1906 fué observado á la simple vista por algunos observadores europeos.



1906.

XIX. 26 de Enero. — Descubierto por el profesor William R. Brooks, del Observatorio de Geneve, Nueva York, E. U.

XX. 3 de Marzo. — Descubierto por el Sr Augusto Kopff, del Observatorio de Heidelberg, Alemania.

XXI. 17 de Marzo. — Descubierto por el Sr Ross, de Melbourne, Australia.

XXII. 16 de Julio. — Cometa periódico de Finlay, descubierto por el Sr Augusto Kopff, de Heidelberg.

XXIII. 22 de Agosto. — Descubierto por el Sr Augusto Kopff, de Heidelberg.

XXIV. 28 de Agosto. — Cometa periódico de Holmes, descubierto por el Sr Max Wolf, director del Observatorio de la Universidad de Heidelberg.

XXV. 10 de Noviembre. — Descubierto por el Sr H. Thiele, del Observatorio de Copenhague.

XXVI. 14 de Noviembre. — Descubierto por el Rev. J. H. Metcalf, de Taunton, Mass., E. U.

1907.

XXVII. 9 de Mayo.— Descubierto por el Sr M. Giacobini, del Observatorio de Niza.

XXVIII. 14 de Abril. — Descubierto por el Sr John E. Mellish, de Cottage Grove, Estados Unidos del Norte.

XXIX. 1º de Junio. — Descubierto por el Sr M. Giacobini, del Observatorio de Niza.

XXX. 10 de Junio. — Descubierio por el Sr Zaqueo Daniel, del Observatorio de Princeton, Estados Unidos del Norte. En el mes de Julio, comenzó á ser visible á la simple vista y duró su visibilidad, sin necesidad de telescopio, hasta el 20 de Septiembre.

XXXI. — Descubierto por el Sr John E. Mellish, de Cottage Grove, Estados Unidos del Norte.



1908.

XXXII. 2 de Enero. — Descubierto por el Sr Max Wolf, de Heidelberg.

XXXIII. 27 de Mayo. — Cometa periódico de Encke, descubierto por el Sr Woodgate, del Observatorio del Cabo de Buena Esperanza.

XXXIV. 1º de Septiembre. — Descubierto por el Sr Daniel Walter Morehouse, en el Observatorio de Yerkes. Fué visible á la simple vista desde el 22 de Octubre hasta el 26 de Noviembre.

XXXV. 29 de Septiembre. — Cometa periódico de Tempel-Swift, descubierto por el Sr Javelle, del Observatorio de Niza.

1909.

XXXVI. 15 de Junio. — Descubierto por el Sr Zaqueo Daniel, del Observatorio de Princeton, New Jersey, E. U.

XXXVII. 21 de Agosto. — Cometa periódico Perrine (1896, VII), descubierto por el Sr Augusto Kopff, de Heidelberg.

XXXVIII. ☞ Gran cometa periódico de Halley, descubierto fotográficamente por el Sr Max Wolf, del Observatorio de la Universidad de Heidelberg. Fué visible á la simple vista desde Abril hasta Junio de 1910 y llegó á desarrollar una hermosa cauda de 120º de longitud. La última aparición se verificó en el año de 1835.

XXXIX. 31 de Octubre. — Cometa periódico de Winnecke, descubierto por el Sr Porro, del Observatorio Astronómico de La Plata; en la República Argentina, provincia de Buenos Aires.

XL. 6 de Diciembre. — Descubierto por el Sr Zaqueo Danie, del Observatorio de la Universidad de Princeton, E. U.

1910.

XLI. 15 de Enero. — Hermoso cometa visto por vez primera poco antes de la salida del Sol por tres empleados de ferrocarril llamados Bourke, Tricker y Marais, desde la estación de Kopjes, en el Estado libre de Orange, Africa, y observado el día 17 por el Sr Innes, Director del Observatorio de Johannesburg, en el Transvaal. En México fué observado desde el día 19 hasta el 25 de Enero. El día 17 fué observado á la simple vista, en pleno día muy cerca del Sol, por el Sr D. Antonio B. López y Sierra, de Coatepec, y por el Sr D. Francisco X. Azcoytia, de Jalapa. Este hermoso cometa llamó mucho la atención por lo súbito de su llegada.

XLII. 9 de Agosto. — Descubierto por el Rev. J. H. Metcalf, propietario del Observatorio particular de Taunton, Mass., E. U. Fué visible con pequeños telescopios.

XLIII. 26 de Agosto. — Cometa periódico de d'Arrest, descubierto por el Sr Gonnessiat, del Observatorio de Argel, en Africa.

XLIV. 28 de Septiembre. — Cometa periódico de Brooks (1889, V), descubierto por el Sr Aitken, del Observatorio de Lick.

XLV. 9 de Noviembre. — Cometa periódico de Faye, descubierto por el Sr Vincenzo Cerulli, Director del Observatorio de Collurania, cerca de Teramo, Italia.

1911.

XLVI. 19 de Junio. — Cometa periódico de Wolf, descubierto por el mismo astrónomo Max Wolf, del Observatorio de la Universidad de Heidelberg.

XLVII. 7 de Julio. — Descubierto por el Sr C. C. Kiess, del Observatorio de Lick, California. Este cometa tenía una cabellera muy brillante y fué visible con pequeños telescopios.

XLVIII. 20 de Julio. — Descubierto por el Sr William R. Brooks, del Observatorio de Geneve, Nueva York. En el



mes de Septiembre y en el de Octubre fué visible á la simple vista. Alcanzó el brillo de las estrellas de 3ª magnitud. Fué un cometa muy hermoso que llegó á desarrollar cauda notable, fácilmente visible con anteojos de teatro.

En el mes de Noviembre brilló admirablemente, en la madrugada, y su núcleo alcanzó la 2ª magnitud.

XLIX. 31 de Julio. — Cometa periódico de Encke, descubierto por el Sr Gonnessiat, del Observatorio de Argel, Africa.

L. 19 de Septiembre. — Cometa periódico de Borrelly (1905, II), descubierto por el Sr Knoxshaw, de Helwan. Esta fué la primera comprobación de la periodicidad del cometa Borrelly.

LI. 23 de Septiembre. — Cometa descubierto por el Sr F. Quenisset, del Observatorio de Juvisy. Visible con anteojos de teatro.

LII. 28 de Septiembre. — Hermoso cometa visible á la simple vista por el Sr Beliawsky. Fué visible en el cielo del oriente hasta la madrugada del 4 de Octubre. Tenía una brillante cauda de 8° de longitud. Las primeras personas que lo observaron en México, sin previo aviso, fueron D. Jesús Medina, de Puebla, Dr D. Carlos M. Garza, de Lampazos y D. Epigmenio Ayarzagoitia, del Mineral del Refugio, Nuevo León.

LIII. 30 de Noviembre. — Cometa descubierto por el Sr. Schaumasse, en la constelación de la Virgen. Visible con pequeños telescopios.

Hasta la fecha de la publicación de este libro se han descubierto 53 cometas, de los cuales 10 han sido visibles á la simple vista.

México, 23 de Diciembre de 1911.

LUIS G. LEÓN.

ÍNDICE DE LAS MATERIAS



1574-11. — Paris. Imprenta de la Vda de Ch BOURET. — 2-12.


FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



Por el Campo de la Electricidad

POR

JORGE DARY

1 tomo en 4º mayor (21 × 31 centímetros)
Encuadernación especial de lujo.

Es indudable que todos los que de veras desean conocer las bellas aplicaciones de la ciencia, leerán esta obra con verdadera pasión. Á más de haberla impreso en gran tamaño, en magnífico papel y con caracteres nuevos, la hemos adornado con un número considerable de excelentes grabados, vendiéndola no obstante á un precio relativamente módico.

En nuestros días la electricidad lo invade todo; puede decirse que entra á formar parte de nuestra existencia. Lo cierto es que se ha llegado á manejar, á domesticar, por decirlo así, esta fuerza inaudita, y no hay día que deje de marcar nuevos progresos; de suerte que el que vive recordando un pasado no muy lejano y que trata de comprender lo que está viendo ahora, se queda desorientado.

El libro de Mr. Dary será para todos una guía preciosa. No hay que creer que es un árido tratado técnico; sino que es ante todo un *libro de vulgarización*, en el que la ciencia cautiva, ocupa un buen lugar la parte histórica y abundan las anécdotas, Diremos en fin que su lectura encanta y apasiona por las extraordinarias materias que contiene para recreo del lector.

He aquí los títulos de los capítulos:

¿Qué es electricidad? — Electricidad atmosférica. — Telegrafía. — Telefonía. — Alumbrado eléctrico. — Tracción eléctrica. — Galvanoplastia. — Navegación eléctrica. — Fonógrafo y sus aplicaciones. — Relojería eléctrica. — Medicina y Cirugía. — La electricidad en las costas. — *Marina de guerra.* — *Aplicaciones á la guerra.* — Aplicaciones á la agricultura. — Aplicaciones á la industria. — Ferrocarriles. — Aplicaciones domésticas. — Aplicaciones diversas (teatros, etc.). — Peligros de la electricidad. — La electricidad en la Exposición de 1900.



BIBLIOTECA ASTRONÓMICA CAMILO FLAMMARIÓN

Curiosidades de la Ciencia. 1 tomo 12.
Excursiones al Cielo. 1 tomo 12.
Desconocido (lo). 1 tomo 12.
Mundo de los sueños (2ª parte de *Lo Desconocido*). 1 tomo 12.
Elementos de astronomía. 1 tomo 12 (*con láminas*).
Terremotos (los). 1 tomo 12 (*con láminas*).
Vida de Copérnico. 1 tomo 12.
Dios en la naturaleza. 1 tomo 12.
Estela. 1 tomo 12.
Fin del mundo (el). 1 tomo 12 (*con más de 100 láminas*).
Mundos imaginarios y mundos reales. 1 tomo 12 (*con láminas*).
Narraciones de lo infinito. 1 tomo 12.
Noches de luna. 1 tomo 12.
Pluralidad de los mundos habitados (la). 1 tomo 12 (*con láminas*).
Urania. Novela astronómica. 1 tomo 12 (*con más de 100 láminas*).
Tierras del Cielo (las). 1 tomo 12 (*con muchas láminas*).
Historia del cielo. 1 tomo 4 (*con láminas*).

La Astronomía de las Damas

1 tomo 12 (*con más de 100 láminas*).

El nuevo libro que el célebre astrónomo y eminente escritor Don Camilo Flammarión dedica con su peculiar galantería á las damas, es un delicioso resumen de todo lo concerniente á la Astronomía. El noble y elevado objeto del autor al escribir este libro, es, como él mismo dice, popularizar esa ciencia entre el bello sexo, digno por su inteligencia y delicados sentimientos de seguir los progresos materiales y científicos. La claridad con que trata el asunto y el lenguaje sencillo que emplea para exponer las complicadas leyes que gobiernan los mundos, es un motivo más que suficiente para que le recomendemos á la atención de las señoras y señoritas. A esta consideración tenemos que añadir que la obrita está ya adoptada como libro de texto en muchos colegios de señoritas.

1575-11. — París. Imprenta de la Vda de C. Bouret. — 2-12.

